

### PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11289296 A

(43) Date of publication of application: 19.10.99

(51) Int. CI

H04B 10/02

G02F 1/11

H04B 10/17

H04B 10/16

H04J 14/00

H04J 14/02

(21) Application number: 10090383

(22) Date of filing: 02.04.98

(71) Applicant:

**FUJITSU LTD** 

(72) Inventor:

ONAKA HIROSHI MIYATA HIDEYUKI OTSUKA KAZUE KAI TAKETAKA NAKAZAWA TADAO **CHIKAMA TERUMI** 

(54) OPTICAL TRANSMISSION EQUIPMENT. OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND **OPTICAL TERMINAL STATION** 

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical wavelength multiplex network using an AOTF and having high reliability and high cost performance and a device to be used for the network.

SOLUTION: In the case of constituting an OADM device in an OADM system, an AOTF 10 is used. The AOTF 10 can select an optional wavelength by changing the frequency of an RF signal to be impressed. The AOTF 10 can drop an optical signal of specific wavelength out of a wavelength multiplex optical signal inputted from an input or synthesize a wavelength multiplex signal inputted from an addport with a through optical signal. In practical device constitution, it is realistic to use the AOFT 10 only for drop while considering the incremerat of coherent crosstalk. Or in another method, a dropped optical signal is branched by a photocoupler, wavelength is selected by a tributary station and the wavelength selected by the tributary station is

extracted from a through optical signal by the AOTF 10.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

# (2) 公開特許公報(A)

「アングマ」

9 特開平11-28929

(43)公開日 平成11年(1999)10月19日

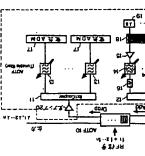
	Ω 00/6	11/11	f 00/6	ш		(全60頁) 最終頁に破く	(71) 出願人 000005223	富士通株式会社	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1	母	尾中 第	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1	身 富士通株式会社内	宮田 英之	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1	身 富士通株式会社内	弁理士 大哲 義之 (外1名)	\ \$\tau_{\text{total}} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	1 10001 10001
<u></u>	H 0 4 B	GOZF	H 0 4 B			10	丫脚(12)				(72) 発明者			(72) 発明者			(74)代理人		
蘇別記号	10/02	1/11	10/17	10/16	14/00	布査請求 赤請求 請求項の数43	<b>特廢平10-90383</b>		平成10年(1998)4月2日										
(51) Int. C1.	H04B	G 0 2 F	H04B		H04J		(21)出廢番号		(22) 仏順日										

(54) 【発明の名称】光伝送装置、光伝送システム及び光端局

(57) [要約]

ーマンスの良い光波長多重ネットワーク及びそのための **[課題] AOTFを使用した信頼性、及びコストパフォ** 装置を提供する。 【解決手段】OADMシステムにおいて、OADM装置 を構成する際、AOTF10を使用する。AOTFは印 加するRF債号の周波数を変えることによって、任意の 故長を選択することができる。 入力から入ってきた政長 多鉏光信号の中から特定の政長の光信号をドロップした 信号と合波することができる。 ただし、コヒーレントク においては、AOTFをドロップ専用に使用することが 現実的である。あるいは、他の方法においては、ドロッ ブ光信号は光カプラで分岐し、改長をトリピュータリ局 で選択するようにし、トリビュータリ局で選択された波 り、アドポートから入力された故長多簠儒号をスルー光 ロストークが大きくなることを考えて、実際の装置構成 **長をAOTFでスルー光信号から抽出するようにする。** 

AOTF ERWE OADM版匠の基本均原理を示す因



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

特許は水の範囲

【精求項1】WDM通信システムにおいて、任意の波長 の光信号を分岐したり、挿入したりする光伝送装置であ 分岐・挿入すべき光信号のうち、一部の光信号について の分岐・挿入動作を行う第1の可変改長選択フィルタ

第2の可変故長選択フィルタとの少なくとも2つの可変 分岐・樺入すべき光信号について分岐・樺入動作を行う 前配第1の可変波長選択フィルタで選択されなかった、

光信号の全てを分岐または挿入することを特徴とする光 複数の可変徴長選択フィルタを用いて分岐・挿入すべき 故長選択フィルタを備え

は、表面弾性液の作用を利用した1個のAOTF、もし くは版AOTFを複数段カスケード接続したものである [請水項2] 前記第1及び第2の可変改長選択フィルタ ことを特徴とする欝水項1に配載の光伝送装置。

る液長と前記第2の可変波長選択フィルタで処理する波 【開水項3】前記第1の可変波長選択フィルタで処理す 長が分岐・挿入されるべき光信号の改長を短政長仰から る波長であることを特徴とする請求項1に記載の光伝送 番号を付けたときの奇数番目と偶数番目の改長に対応す

では分岐の機能だけを持ち、挿入すべき光信号を第1及 [請求項4] 前配第1及び第2の可変波長選択フィルタ び第2の可変液長選択フィルタを透過した透過光信号に 光合故器を用いて合故させることを特徴とする請求項1 こ記載の光伝送装置。

【請求項5】前記第1の可変改長選択フィルタで分岐さ れた光信号と、前記第2の可変波長選択フィルタで分岐 された光信号とを合政する合政器を備えることを特徴と する請求項4に記載の光伝送装置。

【請求項6】前記第1の可変故長選択フィルタの分岐光 に調整するように構成されたことを特徴とする請求項5 ッテネータを持ち、これにより前記第1の可変波長選択 フィルタの分岐光信号のパワーを前配第2の可変故長避 を出力するポートと、前記第2の可変被長選択フィルタ の分岐光信号とを合波するための合波器の間に可変光ア 択フィルタの分岐光信号のパワーとほぼ同一になるよう に記載の光伝送装置。

\$

に光スペクトルモニタを接続して、分岐された光信号の 【請求項7】 前配第1及び第2の可変波長選択フィルタ で分岐された光信号を合政する前配合政器の出力ポート 育無・故長・パワーを監視することを特徴とする請求項

ることによって生じる個波分散を打ち消す手段を備える 【群水項8】 前配第1及び第2の可変被長選択フィルタ の分岐されない光信号を出力する透過ポートに前配第1 及び第2の可変彼長選択フィルタ内部を光信号が伝播す

特開半11-289296

3

ことを特徴とする請求項1に記載の光伝送装置。

に入力する光信号のそれぞれの放長に対応するRF信号 の可要被長退択フィルタで分岐されない透過光信号のパ ワーを開盤することを特徴とする間求項2に配載の光伝 **の印加パワーを開盤することにより、前配第1及び第2** 【請求項9】前配第1及び第2の可変改長選択フィルタ

イルタの聞と、挿入すべき光信号を合設する前配光合設 器と出力伝送路の間とに光増幅器を備え、伝送路の損失 と前記光伝送装置の損失を補償することを特徴とする期 [請求項10] 入力伝送路と前配第1の可変波長選択フ **水項4に記載の光伝送装置。** 2

によって光信号が受けた分散を補償し、この分散補償器 【開水項11】入力伝送路と前配第1の可変波長選択フ イルタの関の光増編器を、第1の光増幅器と分散補償器 と第2の光増幅器とから構成し、分散補償器では伝送路 の損失を第2の光増幅器で補償することを特徴とする請 **水項10に配載の光伝送装置。** 

【請水項12】前配第1または第2の光増幅器の入力部 あるいは出力部にカプラを備え、膝カプラによって分岐 **改長・パワーを監視することを特徴とする精水項10又** された分岐光をモニタすることにより、光信号の有無 は11に記載の光伝送装置

2

[請水項13] 前配第1の可変被長型択フィルタの前段 に分波器を持ち、紋分波器により伝送されてきた光信号 の一部を分岐して、分岐された光信号を受信する端局に 送信し、前配第1及び第2の可変波長選択フィルタは次 段のノードに伝送すべき光信号をスルー光信号として透 過ポートに出力し、次段のノードに伝送すべきでない信 号を分岐光信号として選択ポートに出力することを特徴 とする請求項4に記載の光伝送装置。 8

及び第2の可変被長選択フィルタに接続し、他の一方の ポートが予備の第1及び第2の可変故長遺択フィルタに 【請求項14】前配第1の可変波長避択フィルタの前段 と前記光合波器の後段に1×2光スイッチを備え、 賅1 ×2光スイッチのポートの一方が通常使用する前記第1 接続し、通常使用する第1及び第2の可変波長選択フィ ルタに障害が生じた時にも設1×2光スイッチを切り替 えて予備の第1及び第2の可変波長退択フィルタを使用 して伝送を行うことを特徴とする翻水項4に配載の光伝 【請求項15】前記第1の可変改長遺択フィルタの前段 ッチのポートの一方が通常使用する伝送路に接続し、他 の一方のポートが予備の伝送路に接続し、通常使用する 伝送路に障害が生じたときにも版1×2光スイッチを切 り替えることにより予備の伝送路を使用して伝送を行う と前配光合波器の後段に1×2光スイッチを備え、スイ ことを特徴とする精水項4に記載の光伝送装置。

【腈水項16】 挿入されるべき光信号が伝送されて来て いない場合にも、前配第1及び第2の可変波長退択フィ

ය

3

岐した光信号を受信し、挿入すべき光信号を該光伝送装 【請求項17】WDM光通信システムにおいて、分岐及 5)挿入すべき光信号を分岐・挿入する光伝送装置から分 置に伝送する光端局であって、

所定の波長の光信号を、所留の数だけ合故し、挿入すべ き光信号として前記光伝送装置へ伝送する光合政器を備 えることを特徴とする光端局。

え、伝送路の分散を最適に補償することを特徴とする鯖 [開水項18] 前記光合波器の後段に分散補償器を備 **東項17に記載の光磁局。**  【請求項19】伝送に用いるすべての信号波長に対応す る複数の光顔を備え、ស複数の光顔の出力光を合成する 合嵌器と、

伝送に用いる最大の信号波長数を最大とする所望の数ま **货合波器による損失を補償する光増幅器と、** 

**抜分波器により分波されたそれぞれの光について、所定** で光を分散する分散器と、

20

**ស迎択された光に変調信号を印加することで任意数任意** 故長の光信号を生成し、前配光伝送装置に挿入すべき光 の光波長を選択する光可変フィルタと、

11号として伝送する手段と、を備えることを特徴とする [請求項20] 伝送路から伝送されてきた故長多簠光信 請求項17に配載の光端局。

装置に伝送する光端局とからなる光伝送システムにおい 号のうち、所定の波長の光信号を分岐し、対応する故長 の光信号を挿入する光伝送装置と、放光伝送装置から分 岐された光信号を受信し、挿入すべき光信号を該光伝送

該光伝送装置で分岐された光信号を必要に応じて増幅す

該尤信号を所望の数までパワー分岐する光分波器と、 **康光分波器の出力のそれぞれに光フィルタとを協え、** 

フィルタとし、前記光端局で任意の改長の光信号を選択 【請求項21】 前記分波器の出力のそれぞれに備える光 して受信することを特徴とする請求項20に記載の光伝 前記光端局は所定の光波長の信号を選択して受信するこ フィルタを、選択故長を可変とすることのできる可変光 とを特徴とする光伝送システム。

[鯖水頃22] 分波器の出力に備える可変光フィルタと して、1個のAOTF、もしくは取AOTFを複数段に カスケード接続したものを使用したことを特徴とする間 水項21に記載の光伝送システム。

号を分岐するための故長選択フィルタへの制御信号の印 ・故長・パワーを監視すると同時に、所留の波長の光信 【請求項23】前配光伝送装置において、伝送路への出 カポートにモニタ用の分岐ポートを設け、光信号の有無

加パワーを調整し、及び、光熔局での挿入すべき光信号 を増幅する光増幅器の出力パワーを調整する制御手段を 前記制御手段は、モニタしている光信号の内の最小の信 **身パワーを有する液長の光信号のパワーに他の放長の光** 信号のパワーを一致させるように制御することによりそ れぞれの光信号の伝送路出力パワーをほぼ一定に保つこ とを特徴とする朝水項20に配数の光伝送システム。

[請水項24] AOTF通過後の光周放数と光パワーを 逐次モニタする光スペクトルモニタを備え、版AOTF かけることで、分岐・挿入される光信号が常に最適な光 故長と光パワーになるように制御を行うことを特徴とす を駆動するRF周放数とRFパワーにフィードパックを る請求項2に配載の光伝送装置。 【精水項25】 該AOTFの動作温度にフィードバック をかける温度制御回路を備え、 **以光スペクトルモニタによる版AOTF通過後の光信号** の故長及びパワーを逐次モニタした結果を用いて、眩愠 度制御回路が版AOTFを制御して、分岐・挿入される べき光信号が常に最適な光波長と光パワーとすることを 特徴とする請求項24に記載の光伝送装置。

使用する構成を持ったことを特徴とする請求項24に記 【翻水項26】上りと下りの2システム分もしくは複数 の箇所の光スペクトルをモニタするために光スイッチを 用いて1台の光スペクトルモニタへの入力を切り替えて 蚊の光伝送装置。

なるようにAOTFに印加するRF周波数もしくはRF パワーを制御し、光改長、光パワーの変動あるいはAO TFの特性変動に迫従可能なように構成されたことを特 [請求項27] AOTFによって選択された選択光を光 モニタし、常にフォトディテクタの受光パワーが最大に カプラを用いて分岐し、フォトディテクタで光パワーを 做とする請求項2に配載の光伝送装置。 8

【闘求項28】フォトディテクタで受光する際に光波長 判別するために、RF周波数に低周波重畳をかけること の中心位置を判別するため、あるいは最適RFパワーを を特徴とする請求項27に配載の光伝送装置。

【請求項29】伝送路から光信号を分岐、あるいは伝送 路へ光信号を挿入する光伝送装置と、販光伝送装置から 分岐された光信号を受信し、歐光伝送装置に挿入すべき 光信号を送信する端局とからなる光ネットワークにおい

\$

版端局の受信側の1 波選択用 A O T F に所定のR F 周波 数を印加し、版1故選択用AOTFが安定化したことを 確認した後に、該光伝送装置の分岐・挿入用AOTFに 所定のRF周波数を印加して所定の光信号を分岐し、光 スペクトルモニタで所定の光信号が分岐されたことを確 路した後、紋蟷局の1 被挿入用AOTFに所定のRF周 **被数を印加し、1 故挿入用AOTFの動作が安定し、且** つ、光スペクトルモニタで監視した挿入すべき光信号が 2

所定の光弦長と光パワーになるように制御した後に、駭 協局の光送信器を駆動するシーケンス処理を有すること を特徴とする光伝送システム。

しないことで、伝送路中のASEを削減し、パスなし状 【請求項30】該光伝送装置では、光信号を分岐、挿入 するかしないかに関わらず、スルーさせるとき以外は常 き、眩蟷局では、1 彼分岐用AOTFにRF債号を印加 趙を作り出すことを特徴とする請求項29に記載の光伝 にAOTFにRF信号を印加して光信号を分岐してお 送システム。 [請水項31] 各故長の光信号聞にレベル差が発生して や光増幅中梿器、光デバイスで生じた各政長間のレベル いる場合は、順光伝送装置では、光信号をスルーさせる ときに分岐・挿入用AOTFに印加する各RF៨号に微 で、分岐された光信号を受信しないことにより、伝送路 差を補正することを特徴とする請求項29に配載の光伝 弱なパワー差を付けてレベル差分を分岐し、眩蹌局で は、1 彼分岐用AOTFはRF信号を印加しないこと 送システム。

[請求項32] 前記光伝送装置では、光信号を分岐、挿 入するかしないか、及び、彼長間レベル差値値するしな いに関わらず、分岐・挿入用AOTFに印加するRF債 号のトータルパワーを一定にするために、RF信号の印 加が必要ないスルー状態の場合でも、運用中の光信号の 故長帯域から十分外れた場所でRF信号を印加しつグけ ることを特徴とする請求項31に記載の光伝送システ [請求項33] RF信号をオンする際に、伝送路中に股 けられる光増偏器で急激な光サージを発生させないため にRF信号を所定のパワーまで段階的に立ち上げていく RF発版器を備えることを特徴とする開水項29に配載 の光伝送システム。

RF発振器の設定値を変更することで、瞬時に所定のR 【請求項34】RF信号制御回路内にROMを持ち、分 妓時に前記光伝送装置内のAOTFに印加するRF信号 のデータ、スルー時のRF信号データなど複数のRF信 **身の印加状態を蓄積しておき、ROMのデータを用いて** F周波数とパワーを印加することが可能な構成を持った [開水項35] 1 彼以上の光故長に送信信号を光強度変 鋼して送出し、光増幅多中雄伝送する光伝送装置、およ び、該光伝送装置に伝送路路中に伝送信号光の分岐、挿 送信節で送信光に光位相変闘もしくは光周波数変闘する 手段を有し、放送信器は、伝送路で改形が広がるような チャーピングを行い、送信器と伝送路の間、伝送路と受 **信器の間に伝送路の故長分散特性を補償する分散補償**率 ことを特徴とする請求項29に記載の光伝送システム。 入機能を持つノードを有した光伝送システムにおいて、 段を配置したことを特徴とする光伝送システム。

2 ずれかに伝送路の改長分散特性を補償する分散補償手段 【請求項36】各中継スパン毎あるいは、ノード毎のい

を配置したことを特徴とする請求項35に配載の光伝送

待閒平11-289296

【精水項37】各中様スパン毎あるいはノード毎のいず

聞の伝送路の分散量に応じて散定することを特徴とする れかに配置する分数補償手段の各分散補償量は分散補償 請水項36に配載の光伝送システム。

【請水項39】送信部で送信光に光位相変関もしくは光 周波数変調する手段のチャーピングパラメータが+1近 [請水項38] 故長分散値が正である伝送路を有するこ とを特徴とする間水項35~37のいずれか1つに配載 の光伝送システム。

傍である送信器を有することを特徴とする間水項35~

【請求項40】送信器と伝送路の間、伝送路と受信器の 間に配置した分散補償量を伝送ルートに応じて変化させ る機能を持つ分散補償手段を有することを特徴とする間 **水項35~37のいずれか1つに配載の光伝送システ** 37のいずれか1つに記載の光伝送システム。

【群水項41】 伝送ルートに応じて分散補質量を変化さ せる分散補償手段を有することを特徴とする請求項35 に記載の光伝送システム。

20

[開水項42] 前配分散補償手段は、分散補償量の異な 伝送されてきた光信号を所録の分散補償器に通過させる る、あるいは、分散補償盘の同じ複数の分散補償器と、 光切り替え手段と、

核光信号が通過する分散補償器の組み合わせを切り替え ることにより、光信号が受けた分散補償量に応じて最適 な分散補債を行うことを特徴とする請求項35に配破の 光伝送システム。

【請求項43】 数面弾性故の作用を使って所留の故長の 光信号を改長多重光信号の中から選択分岐、あるいは避 8

版AOTFの形成されている基板の表面であって、AO TFの近傍に共復器を形成し、 **択挿入するAOTFにおいて、** 

核共仮器の共仮周波数の変化を検出することにより、咳 F信号を制御して、該AOTFの動作を安定化させるこ AOTFの表面温度を計測し、旋計測結果に基ろいてR とを特徴とするAOTF朗御装置。

[発明の詳細な説明] [000]

【発明の属する技術分野】本発明は、波長分割多重光ネ ットワークに関する。

た、これを用いた光波ネットワークの得疑が要求され研 【従来の技術】 将来のマルチメディアネットワークを目 指し、さらなる組長距離・大容量の光通信システム、ま [0002]

て、時分割多重 (Time-Division Multiplexing : TD [0003]これまでに大容量化を実現する方式とし 究開発が盛んに行われている。

M) 方式、光圀域での時分割多盅 (Optical Time-DivisionMultiplexing: OTDM) 方式、波長分割多盅 (Wavelength-Division Multiplexing: WDM) 方式等の研究が行われている。

【0004】これらの方式の中で、WDM方式は光ファイバの広帯域・大容量性を有効利用でき、さらに光合分 び器(光フィルタ)を用いることにより変調方式・速度 によらず伝送光信号を選択・分枝・挿入可能となり上記 光波ネットワークの機能を実現できる。

JUKナンドン・JUKBNBで大火にもつ。 【0005】すなわち、光柱かち、オータークではネットワーク上の各ノードで必要に応じて分岐・挿入 Add dd / Drop Wultiplexer:ADM)、伝送路を選択する 光ルーティング、クロスコネクトを行う機能を持つ必要 光キス 【0006】光信号の分岐・挿入を行うための装置としては、光ADD/DROP装置が研究開発されている。 光ADD/DROP装置には、分岐・挿入を行う光信号の波長が固定されている波長固定型と任意の波長の光信号を分岐・挿入できる任意被長型とがある。

[0007] 遊長園症型は、例えば、サーキュレータとフォイパグレーティングとからなっており、伝送されてきた光信号のうち特定の設長の光信号をフォイパグレーティングで反射して、サーキュレータを用いて分岐するものである。挿入する場合には、挿入しようとする光信号を対し、ファイバグレーティングで特定の波長が反射され、「広路を直進してきた光信号を設するものである。「0008] このような発展固定型においては、分岐・挿入する光信号の設長がシステムの構築時に決定されてしまうために、光波ネットワークに対する多くの要求に対し十分に対応することができないという問題がある。

光信号の波長をシステム構築後においても適隔操作で変えることができるので、分岐・挿入する故長(チャネル)を変えたいという要求にも容易に対応することができる。 [0010] 図57は、光スイッチを用いた光ADM

[0009] これに対し、任意改長型は分岐・挿入する

100101120113、ルペイングルボード人ようが (OADM) 装置の情成の一向を示して図である。故長 11つ人のの枝号の単光に入力側からディルチブレクサ (DMUX)に入力され、各政長の光信号に分岐され る。各政長の光信号は、各政長の大信号に分化され スイッチに入力される。2×2光スイッチは、光路を凹り替えることによって、各光信号を、直進させるか(ス

[0011] 2×2光スイッチでドロップされた光信号は、トリピュータリ局 (ブランチ局) に近信される。2×2光スイッチをスルーした光信号は、そのままマルチブレクサに入力され、被長多国光に多頭されて出力される。2×2光スイッチによってドロップされた光信号は、トリピュータリ局に送られる。トリピュータリ局では、トリピュータリ局に送られる。トリピュータリ局で

は、ドロップされた光伯号を合分波器で一旦合設した後、各チャネル毎に取けられる光受信器のRに光信号を供給するため、合設した光信号を分岐する。同図には、図示されていないが、光受信器のRには、波長選択フィルタが設けられており、合分波器で分岐された光信号の中から所望の故長の光信号を選択して受信する。

【0012】このように、OADM装置で被長多重された光信号を各被長の光信号に分放してからそれぞれを光スイッチでドロップすることにより、所望の故長の光信号をドロップすることにより、所望の故長を迎択して受信することにより、所望の故長(ティネル)の光信号を受信することが出来る。特に、ドロップされる波長が異なる場合を考えると、光受信器ORの前に放けられる教長が民場に入れ、例えて、小学になりが表表が表現が長が可欠ったとして、選択数長が可変のものを使用すれば、例えば、日報の光受信器で見ずる光信号の数据を自由に変えることが出来る。

れたものは、電気信号で、アド・ドロップ処理を行う電 気ADM (E ADM) で処理される。また、E AD Mからは、トリピュータリ局から送信すべき信号が出力 され、光送信器OSによって光信号に変換されて送出さ れる。同図に示される、トリピュータリ局の各光送信器 OSの出力する光信号の故長は、OADM装置でドロッ ッチに入力される。光スイッチでは、光送信局OSから 送信されてくる光信号の光路を切り替えて、ドロップ処 **信号を送るようにしている。ドロップ処理を行っている** 【0013】光受信器ORで光信号を電気信号に変換さ プされた波長の内のいずれかを用いるようにし、光スイ 里を行っている2×2光スイッチに、対応する被長の光 各2×2光スイッチでは、ドロップした光信号の改長と 同じ彼畏の光信号をトリビュータリ局から受け取り、マ ルチプレクサMUXに送信する。このようにして、トリ ビュータリ局から送信されてきた光信号は、OADM装 聞をスルーする光信号とマルチプレクサMUXで合政さ れ、故長多重光信号として出力される。 [0014]

「発明が解決しようとする課題】任意故長型のOADM 装置としては、上記のように、光スイッチを使ったもの がオーンドックスな方式として考えられるが、装置として、動作が重いという問題点がある。また、光ネットワークを構築当的に最大多重放長数よりも少ない波長数で ッステムを運用する場合に、マルデブレッサ、デマルチ ブレクサが必要のない、出力及び入力ポートを有してい ることになり、無駄な構成を有していることになる。ま た、2×2光スイッチを持していることになる。ま た、2×2光スイッチを持していることになる。ま したい光スイッチを持していることになる。ま

【0015】さらに、上記の方式では、光信号をマルチ ブレクサで各酸長の光信号に分岐しているので、マルチ ブレクサがメンドパスフィルタのような特性を各酸長の

光信与に対して持つことになる。このようなバンドバスフィルタのような特性のデバイスを匠列に接続すると、パスパンドの値かなずれが緊視し、システム全体としてのパスパンドが各談長について非常に狭くなってしまうと言う問題がある。従って、この問題を避けようとすれば、各光装置のパスパンドを厳密に一致させる必要があり、システムの設計及び設置作業が非常にシピアになっ

【0016】また、光信号は、AM変顕されている。こので、波長成分で見るとサイドバンドが生じている。このような光信号が、パスパンドの非常に狭くなったシステムを伝播すると、波形劣化を起こし、光信号を受信仰で受信できなくなる可能性がある。最悪の場合には、システムを光信号が伝播できないという事態も生じうる。

[0017] このような問題は、全ての被長をマルチブレクサのようなもので一旦分被する構成を採用することによって起こる。従って、固定波長型のように、ファイベグレーティングを使用する場合には、ドロップする被長の光信母のみが抜き取られ、他の被長成分に対するファイバグレーティングの特性はフラットであるので、上記のようにシステム全体に減ってのパスパンドが狭くな

ってしまうという問題は生じない。

[0018] 従って、ファイバグレーティングを使用してOADM装置を構成することが考えられるが、ファイバグレーティング自体は、選択嵌長が固定されているので、任意族長型のOADM装置を構成する場合には、波長数分のファイバグレーティングと、それぞれのファイバグレーティングと、変配として動作が置くなる。これでは、やはり、装置として動作が置くな

[0019]また、OADM装置は、電気のADM装置と組み合わせて信号を処理する必要があるので、電気ADM装置を始めから嵌長数分だけ用意しておくのでは、コストが大きくなってしまう。従って、用意すべき電気 ADM装置のコストとOADM装置のコストの合計ができるだけ小さくなるように構成しなければならない。う要求に対し、例えば、32数分の後長を扱うためのマトリクススイッチが現在存在せず、小さなスイッチを組み合わせなければならないと言う問題がある。このようにすると、スイッチが非常に大きくなってしまい。装置の小型化を推進する上で検査となる。

【0021】上記のような問題を解決する方法として、 音響光学チューナブルフィルタ (Acousto-Optic Tunab Ie Filter: AOTF) を使用することが考えられる。 AOTFは、ファイバグレーティングのように、ドロップする破長の光のみ抽出するという動作をするので、スルーする光信号に対する放長特性はファトであり、上記したような、パスパンドがシステム全体で狭くなってしまうという問題が無い。また、ファイバグレーティン

【0022】本発明の課題は、AOTFを使用した信頼性、及びコストパフォーマンスの良い光放長多重ネットワーク及びそのための装置を提供することである。 【0023】

数するのに適したデバイスである。

【瞬題を解決するための手段】本発明の光伝送装置は、 WDM通信システムにおいて、任意の設長の光信号を分 岐したり、挿入したりする光伝送装置であって、分岐・ 挿入中へき光信号のうち、一部の光信号についての分岐 ・ 挿入却作を行う第1の可変数長選択フィルタと、前記 第1の可変数長選択フィルタで選択されなかった、分岐 ・ 挿入すべき光信号について分岐・ 挿入動作を行う第2 20 の可変数長選択フィルタとの少なくとも2つの可変数長 選択フィルタを備え、複数の可変数長選択ワイルタを いて分岐・挿入すべき光信号の全てを分岐または挿入することを特徴とする。

【0024】本発明の光端局は、WDM光過信システムにおいて、分岐及び挿入すべき光信号を分岐・挿入する光 光伝送装置から分岐した光信号を受信し、挿入すべき光 信号を膜光伝送装置に伝送する光端局であって、所定の 被長の光信号を、所望の数だけ合成し、挿入すべき光信 号として前配光伝送装置へ伝送する光合設器を編えることを特徴とする。 [0025] 本発明の光伝送システムは、伝送路から伝送されてきた波長多重光信号のうち、所定の波長の光信号を分岐し、対応する波長の光信号を挿入する光伝送装置と、版光伝送装置いる光信号を受信し、挿入すべき光信号を解光伝送装置に伝送する光端局とからなる光伝送システムにおいて、解光伝送装置で分岐された光信号を必要に応じて増幅する光均幅器と、版光分岐器の出力のそれぞれに光フィルタとを備え、前配光端周は所定の光波長の信号を選択して受信することを特徴とす所定の光波長の信号を選択して受信することを特徴とす

[0026] 本発明の他の面面の光伝送システムは、伝送路から光信号を分成、あるいは伝送路へ光信号を挿入する光伝送装置と、原光伝送装置に挿入すべき光信号を送信する経局とからなる光ネットワークにおいて、原端局の受信回の1改造択用AOTFに所定のRF周波数を印加し、原1放過択用AOTFに所定のRF周波数を印加し、原1放過沢用AOTFに形定のRF周波数を印加し、原1放過沢用AOTFに形定のRF周波数を印加し、原1放過沢用AOTFに形定のRF周波数を印加し、原1放過沢用AOTFに形定のRF

周波数を印加して所定の光信号を分岐し、光スペクトル

20

8

特開平11-289296

送出し、光増幅多中継伝送する光伝送装置、および、眩 光伝送装置に伝送路途中に伝送信号光の分岐、挿入機能 を持つノードを有した光伝送システムにおいて、送信部 [0027] 本発明の更に他の闽面における光伝送シス テムは、1 彼以上の光波長に送信信号を光強度変調して で送信光に光位相変調もしくは光周波数変調する手段を 有し、核変調手段のチャーピングパラメータの符号が正 である送信器を有し、送信器と伝送路の間、伝送路と受 信器の間に伝送路の波長分散特性を補償する分散補償率 段を配置したことを特徴とする。

中から選択分岐、あるいは選択挿入するAOTFにおい [0028] 本発明のAOTF制御装置は、表面弾性故 の作用を使って所望の故長の光信号を改長多重光信号の AOTFの近傍に共振器を形成し、豚共振器の共振周波 気信号の周波数を変えることで、選択することができる り、システムを構成する回路の動作が軽くなり、安価で 信頼性の高い、OADMシステムを構成することができ 数の変化を検出することにより、抜AOTFの表面温度 [0029] 本発明によれば、任意の改長を印加する電 AOTFをアド・ドロップシステムに使用したことによ て、以AOTFの形成されている基板の設面であって、 を計測し、蚊計測結果に基づいてRF信号を制御して、 抜AOTFの動作を安定化させることを特徴とする。

【発明の実施の形態】図1は、AOTFを用いたOAD ん、アド・ドロップする故長の数はこれに限られたもの M装置の基本的原理を示す図である。同図では、AOT 8 波がアド・ドロップされる場合を示している。 もちろ F10に改長11~1nの改長多重光信号が入力され、

ップしたい波長に対応するRF信号(電気信号)を印加 る。そして、AOTF10には、故長11~1nに対応 する周波数 [ 1~ [ nまでのRF信号のうち、8つが印 [0031] AOTF10による光波長の避択は、ドロ は、故長11~1nの故長多盥光信号が入力されてい することによって行う。同図の場合、AOTF10に

8×1 構成となっているのは、ドロップされる被長数が [0032] AOTF10に印加されたRF信号の周嵌 数に対応する波長の光信号は、AOTF10のドロップ 後、8×1カプラ11に入力される。ここで、カプラが ポートに出力され、光アンプ20によって増幅された

プされてきた光信号を嵌長の数だけ分岐する。分岐され ルタとしてAOTF13が散けられており、電気ADM 8となっているからである。8×1カプラ11はドロッ た各光信号はすべて同じ光信号であり、ドロップされた 故長の光信号をすべて含んでいる。 次に、故長遊択フィ (光信号受信器) 17に各政長の光信号が送信される。 12

作を行っている時には、同時に同じ故長の光信号をアド [0033] 一方、AOTF10は、所留の故長の光信 **身をドロップするだけではなく、ドロップした故長の光** 信号と同じ波長の光信号をアドすることができる。これ は、AOTF10がある改長の光信号をドロップする動 ドロップあるいはアドしたい故長の光信号に対応する周 **被数のRF信号をAOTF10に印加しているだけで良** する作用を有しているからである。RF信号としては、

~18が多重された光から光信号送出に使いたい故長の る光信号の数だけ数けられており、これらのLD19か 【0034】アドする光信号は、同図の左側の構成によ って生成される。光原となるレーザダイオードLD19 は、アドすべき光信号の故長を有するLD19がアドす ら出力される弦長11~18の光は8×8カプラ18で 一旦合故された後、分岐される。分岐された光は光アン プ15によって増幅され、故長踏択フィルタとしてのA OTF14に入力される。AOTF14では、故長11 変調器16によって変調され、光信号とされる。このよ うにして生成された各波長の光信号は、8×1カプラ1 2で合政され、光アンプ21で増幅されて、AOTF1 0に入力される。AOTF10では、アド光信号がスル 光を抽出する。AOTF14で抽出された改長の光は、 一光に合故され、出力側に出力される。 ຂ

て、実際にAOTFを使ってOADM装置を構成する場 DMの機能を達成することができる。ただし、実際のA のでないので、様々な工夫を必要とする。例えば、AO TF10のアドポートから入力されるアド光信号は、A OTF10のクロストークの為、ドロップポートに値か に出力される。アド光とドロップ光とは波長が同じであ るので、コヒーレントクロストークと呼ばれるクロスト **一クが生じ、光信号の劣化に大きな影響を与える。従っ** 合には、このコヒーレントクロストークを避けるように 原理的には、このAOTF10を1つ使うだけで、OA **OTFの特性は、上配原理で説明したような理想的なも** [0·035] このように、AOTF10を使用すれば、 存成しなくてはならない。

光アンプを動作させておくと、光信号をアドレないにも かかわらず、ASE(Amplified Spontaneous Emissi プしない場合には、光アンプ21をとめておくか、AO on) 光がノイズとしてスルー光信号に加えられてしまう ので、SN比の劣化を起こすためである。あるいは、A [0036] なお、AOTF10で改長をアド・ドロッ TF10の選択帯域をはずすようにしておく。これは、

OTF10の遊択帯域をはずしておけば、ASEがスル 光信号のSN比の劣化には直接には影響しなくすること が出来る。図2は、実際のAOTFを使用してOADM 一光信号の苔坂外に挿入されることになるので、スルー 装置を構成する場合の基本的構成例のプロック図であ

らドロップされた光信号のレベルをほぼ同じにしてカプ 増幅され、1段目のAOTF31に入力される。1段目 のAOTF31では、ドロップすべき故長の光信号の内 2からドロップされた光信号のレベルとAOTF31か 信号はAOTF等の故長選択フィルタ37によって所望 の一部のみをドロップする。そして、1段目のAOTF 力されて、ドロップすべき残りの故長の光信号をドロッ プする。このようにして、ドロップされた光信号は、カ プラ35で合政されると共に、受信器ORの数だけ分岐 される。このとき、AOTF31のドロップポート側に は、光アッテネータ38が散けられており、AOTF3 ラ35に入力するように構成される。これは、AOTF がロスが大きく、AOTFを1つだけ通過した光信号と 2 つ通過した光信号とではレベルに大きな遊が生じてし まうからである。もし、レベル遊があるままドロップ光 信号を送出すると、受信倒で、あるいは受信側に届くま でに光アンプで増幅しようとしても、レベルの低い光信 なくなってしまう。このようにして、ドロップされた光 [0037] 同図に示すのは、AOTFを光信号のドロ ップのみに使用する構成である。入力側から入力された 光信号は、光アンプ30で伝送路の損失の補償のために 31をスルーした光信号は、2段目のAOTF32に入 **身がうまく増幅されず、受信倒で信号を正しく受信でき** の故長が逃択され、受信器のRで受信される。

[0038] また、AOTF31、32からドロップさ 信号(ドロップ光信号の改長と同じ改長)がカプラ36 ペクトルモニタ39に入力して、ドロップ光信号の有無 [0039] 2段のAOTF31、32をスルーした光 **信号は、ドロップされない故長の光信号のみを含んでお** る。このようにして、カプラ33に入力されるスルー光 れた光信号を一旦合夜するカプラ35には、別の出力ポ 一トを付けておき、この出力ポートからの光信号を光ス り、OADM装置のスルー光としてカプラ33に入力さ れる。光送信器OSからは、AM変弱された各政長の光 で合族され、アド光信号としてカプラ33に入力され とアド光は互いに合彼され、光アンプ34で増幅され や、各光信号の故長やパワーを監視するようにする。 て、伝送路に出力される。

[0040] 同図の構成例において、1段目のAOTF 全ての光信号をドロップするのは、AOTFの故長選択 特性によるものである。すなわち、AOTF31はRF 31と2段目のAOTF32とを使ってドロップすべき 信号が印加されたときの故長選択特性の幅が広く、1T **U-T G. 692勧告ドラフトで規定されているの.** 

8 n m 開隔の波長の隣り合う光信号を1つのAOTFで い受信側で受信できなくなってしまう。そこで、実際に は、1つのブロックで示されているAOTF31、ある いは、32は、1つの基板に直列に3段のAOTFがモ ノリシックに形成されたものを使用している。このよう ドロップしようとすると、クロストークが発生してしま にすると、波長選択特性の幅を扱くすることができる

が、これでも十分ではない。そこで、更に、AOTFを 2段に設け、1段目では、例えば、光信号の波長を端か ら順番に番号を付けた場合に、偶数番目あるいは、奇数 番目の波長の光信号のドロップのみを担当するようにす る。そして、2段目では、1段目ではドロップされなか った、奇数番目あるいは偶数番目の故長の光信号のドロ ップを担当するようにする。このように構成することに も、故長間隔が最低でも1.6mmとなるので、AOT Fの波長避択特性でも十分クロストークを少なくするこ よって、隣り合う2つの光信号をドロップする場合に とができる。

(

ているが、AOTFにアドとドロップの両方の機能を担 なくなってしまう。アド光は、対応する改長がスルー光 【0041】また、同図の構成では、アド光信号は、A OTFを介さないで、直接カプラ33で合政するように している。 煎送したように、AOTFは、ドロップした 光信号の故長と同じ故長の光信号をアドする機能を有し わせると、ドロップ図にアド図の光が混ざり込んでクロ ストークを発生してしまう。特に、この場合、アド光と ドロップ光の改長が同じコヒーレントクロストークなの で、クロストークによって生じる、ピート成分が大きく なり、ドロップ個で正常に光信号を受信することができ から抜かれており、その聞いているグリッド(光信号の **改長の股定位置) に合被されれば良いので、同図のよう** 20 8

を用いると、1つのAOTFでドロップすべき光信号の が、必ずしも2つに限られるものではなく、2つ以上の AOTFを用いてもよい。このように、多くのAOTF 内、互いに波長の値が最も近い光信号間の波長間隔を広 げることができるので、クロストークをより減少させる [0042] なお、同図では、AOTFを2つ用いて、 ドロップすべき光信号の全てを分岐する構成を示した に、スルー光にカプラで合故する構成を採用する。

42に入力し、もう1つはドロップして、トリビュータ ト機能対応のOADM装置の構成例を示すプロック図で では、入力した光信号を2つに分岐し、1つはAOTF 光信号は、カプラ46で分岐される。分岐する数は、ド ロップ光として使用される故長の数でも、全故長数でも [0043] 図3は、AOTFを使ったブロードキャス ある。同図 (a) に示されるように、入力倒から故長え ンプ40で増幅し、カプラ41に入力する。カプラ41 リ局のカプラ46に入力する。カプラ46に入力された 1~1nが設長多重されて送信されてくる。これを光ア ことができる。 ය

ය

けられているのは、図2で説明したように、一方のAO にも接続されておらず、選択された光信号は捨てられる ことになる。AOTF42の後段にもAOTF43が散 TFでドロップすべき故長の光信号の一部をドロップし てやり、他方で残りの故長の光信号をドロップしようと するものである。このようにすることによって、故長避 **改長遺択フィルタ48で遺択された故長をAOTF42** で選択し、選択ポートに出力させる。選択ポートはどこ [0044] 一方、AOTF42に送られた光倡号は、 択におけるクロストークを低減することができる。

7 で合波されたアド光はカプラ44に入力され、スルー [0045] 2段のAOTF42、43を通過したスル ド光は、図2で説明したのと同様に、光源からの光を被 長邉択フィルタ49で所舅の故長の光を謝択し、次に変 闘器50で変調してカプラ47に入力される。カプラ4 光と合波されて、光アンプ45で増幅され、伝送路に送 一光はカプラ44に入力され、アド光と合政される。ア

[0046] なお、ここでは、アド光信号は、光顔から の光を彼長選択フィルタ49で選択した後変闢器50で 変闘をかける構成を示したが、光頭からの光に変闘をか け、後に故長選択しても同様にアド光信号を生成するこ

送路を避択して光信号を送出するように構成される。

(b) のように伝送路で接続されている場合、波長11 【0047】同図 (P) は、ブロードキャスト機能を脱 の光信号をOADM1~3でプロードキャストしたいと する。OADM1では、改長11をドロップし、AOT Fでは波長11を選択せず、また、波長11のグリッド に光信号をアドしないようにする。すると、故長11の 光信号はOADM1をスルーし、次のOADM2に入力 明する図である。同図(a)のOADM装置が同図

AOTFで被長11を選択し、被長11の光信号を破棄 ると、同様に波長11の光信号はOADM3に伝送され は、波長11の新しい光信号がアドされない限り、波長 し、AOTFでは故長11を選択しないようにする。す る。OADM3では、故長11をドロップすると共に、 する。これにより、OADM3から出力される光信号 される。OADM2でも故長11の光信号をドロップ 12~1nまでが多重された光信号となる。

プすることができるので、プロードキャスト通信を行い OADM1~3に波長11にのった同じ光信号をドロッ [0048]このように、同図 (a) の構成によれば、 たい場合に容易に実現できるという利点がある。

[0049] 図4は、OADM装置内のAOTF及び伝 送路の冗長構成を示す原理的図である。同図 (a) は、 OADM内のAOTFの冗長構成を示している。

[0051] 同図(b)は、OADM装置外の伝送路の 【0050】OADMの入力倒に1×2×イッチ60を 毀け、入力した光信号の連路を2つの連路に切り換えら れるように辞成しておく。1×2×イッチ60の2つの 出力ポートには、現用のAOTFと予備のAOTFを接 鋭し、それぞれのAOTFの後段には、アド光を合故す 上頃が現用の構成となり、下側が予備の構成となる。そ れぞれは、1×2×イッチ61の2つの入力ポートに接 続されている。1×2×4ッチ61は、現用のAOTF からの光信号と予備のAOTFからの光信号とを切り替 え、いずれかを伝送路に出力するようにしている。1× 冗長構成を示した図である。伝送路が現用と予備に2重 化されており、OADMの入力倒に1×2メイッチ62 が設けられている。1×2×イッチ62は、現用伝送路 と予備伝送路のいずれかを選択して、光信号をAOTF に送る。AOTFの次段にはアド光信号を合波する合故 器が散けられ、1×2×イッチ63に入力する。1×2 スイッチ63の出力ポートは、現用伝送路と予備伝送路 に接続されており、1×2×イッチ63がいずれかの伝 るための合液器を散ける。すなわち、同図 (a) では、 2スイッチ61はOADM装置の出力側に設けられる。 20

みを示したが、伝送路とAOTF両方が2重化されてい [0052] なお、周図 (a)、(b) では、AOTF のみ、あるいは、伝送路のみが2重化されている場合の る構成も可能である。この場合には、OADM装置の入 力側及び出力側の1×2×イッチを2×2×イッチに置 き換え、現用と予備の伝送路及び現用と予備のAOTF それぞれを2×2×4ッチの入出力ポートに接続するよ うにすればよい。また、この場合には、2×2スイッチ が壊れた場合には、対処できないので、2×2スイッチ も2重化しておくと、より信頼性の高いシステムを構築 することができる。すなわち、現用及び予備伝送路それ ぞれに1×2スイッチを設け、現用の2×2スイッチと 予備の2×2スイッチのいずれに光佰号を入力すべきか を選択できるようにしておく。そして、2×2メイッチ の後段にも1×2スイッチを散け、現用と予備のいずれ の2×2×イッチから光信号を受け取るかを選択できる ようにしておく。この構成は、OADM装置の入力倒及 び出力傾のいずれの場合にも適用でき、AOTF及び伝 送路のみではなく、現用と予備を切り替えるためのスイ ッチも2 重化したOADM装置を構成することができ [0053] 図5、6は、AOTFを使用したOADM lifier: ILA) に入力される。光増幅節は2つの増幅 **媒体を持っており(三角で示されている)、前段の増幅 媒体で増幅される前の光信号は一部が分岐され、光スペ** クトルモニタ節のスイッチに入力される。この光スイッ 按图の具体的構成の第1の例を示す図である。 伝送路よ り入力された光信号は、先ず、光増幅部(In-Line Amp

よって、スペクトルの状態が各所で最適になるように制 え、スペクトルアナライザSAUに光信号を送り、各場 トルアナライザコントローラSAU CNTによって耐 **御される。スペクトルアナライザSAUは、順次切り換** えられ、入力される光信号を解析する作業と並列的に解 スペクトルの様子を直接モニタすることができるように チモニタ節のスイッチは、入力する光信号を順次切り替 所での光スペクトルの様子を解析し、モニタするために 敗けられている。 スペクトルアナライザSAUはスペク **近結果のデータを出力し、スペクトルアナライザコント** ローラSAU CNTで処理を受け、不図示の制御線に 御信号が伝送される。あるいは、オペレータが出向き、

増幅媒体、倒えば、エルビウムドープファイバに光増幅 補償ファイバDCFに入力される。この後、更に、後段 の増幅媒体に入力され、パワーの大きくなった光信号が OADM装置に入力される。なお、光増幅部の後段の増 [0054] 光増幅部1LAの前段の増幅媒体で増幅さ れた光信号は、伝送路での分散を打ち消すために、分散 幅媒体に接続されているBSTは、ブースタと呼ばれ、 を行うための励起光を供給するものである。

も構成される。

ន

33 [0055] 光増幅部1LAで増備された光信号は、前 フィルタモジュールTFMに入力される。チューナブル 並した冗長化のためのスイッチ部PSW1に入力される。このスイッチ部PSW1の詳細は省略する。スイッ チ部PSW1を通過した光信号は、次に、チューナブル フィルタモジュールTFMの入力には、光モニタが設け られている。これは、モジュール間がちゃんと接続され ているか否かを監視するためのものであり、入力した光 不図示の制御部は、このモニタ結果を解析して、モジュ **一ルが正常に接続され、光信号が来ているか否かを判断** する。例えば、モジュールが外れている場合など強度の 強い光が溺れている場合には、側に人がいると、その人 る。このような光モニタはチューナブルフィルタモジュ ールTFMの出力側にも設けられており、基本的に同じ 信号のパワーを検出して、不図示の制御部に通知する。 に危険が及ぶので、光スイッチを切るなどの処置をす 役割をになうものである。

に入力される。AOTF1は、チューナブルフィルタモ る)に印加され、このようにして生成されたRF信号が [0056] 光モニタを通過した光信号は、AOTF1 ジュールTFDのコントローラCNTからの制御信号に よって、制御される。 すなわち、コントローラCNTか AOTF1及びAOTF2に印加される。AOTF1で は、前述したように、例えば、偶数番目の放長の光信号 が遊択され、図5の上側のポートに出力される。AOT F1をスルーした光信号は、GG改モード分散補債器 BM らの制御信号は、RF信号を生成する回路(図5では、 増幅器とPLL回路からなっていることが示されてい Dに入力される。

9

特別平11-289296

[0057] AOTFは、後述するように、入力光信号 ろで、AOTFは一般に、ニオブ酸リチウム等の複胞折 ルーする光信号のTEモードとTMモードとの間に伝唆 Fの1 つのデバイスが3段構成になっているとした場合 (後述)、 50ps程度となる。ところで、本実施形態 のTEモードの光とTMモードの光とを救面弾性故(S AW)との相互作用により、所定の波長の光信号のモー ドのみを変換し、出力ポートを変えるものである。とこ 性を持つ材料で構成されており、何の作用も受けないス 恵度の違いを生じる。このとき生じる時間差は、AOT のOADM装置は、10Gbpsの伝送速度を有するシ ステムに使用することが望まれているが、10Gbps とによって受ける偏彼モード分散は、1タイムスロット の場合、1つのピットに与えられるタイムスロットは1 00ps程度である。従って、AOTFをスルーするこ の50%程度のずれを異なるモード間に引き起こすた

を通過する毎に偏波モード分散補償を行うようにしてい る。偏故モード分散を補償する方法としては、やはり偏 版モード分散を有する PANDAファイバ等の軸をAO TFの軸と直交させるように接続する。このようにすれ め、このままでは、光倡号を正常に受信することができ なくなってしまう。従って、ここでは、1 つのAOTF ば、AOTF内で遠く伝播していたモードはPANDA ファイバ内では違く、AOTF内で違く伝播していたモ - ドは BANDAファイバ内では遠く伝播することにな る。AOTFの偏故モード分散を補償するために必要な PANDAファイバの長さは、AOTFの特性や、使用 するPANDAファイバの特性にも依存するが、約20

するので、TEモードで分散を受ける時間とTMモード で分散を受ける時間が等しくなる。従って、最初、TE ドロップ国の光信号の場合には、AOTFの内部で、S AWとの相互作用により、TEモードで入ってきた光信 **号はTMモードに変換されながら伝播し、TMモードで** 入ってきた光信号は、TEモードに変換されながら伝播 も、AOTF内部を伝播している間に、TMモードとT Eモードとにそれぞれ変換されるため偏波モード分散は [0058]一方、故長遊択された光信号、すなわち、 モードで入力された光も、TMモードで入力された光

【0059】 GG 改モード分散補償器 BMDを通過した光 倡号は、光増幅卸TFAに入力され、増幅媒体によって 光信号が増幅される。AOTF1を通過してきた光信号 1 でドロップされた光信号との間にレベル遊が生じてし ば、AOTF1つのロスは10dB程度である。光増幅 は、AOTFのロスのためパワーが弱くなっており、A OTF2に入力してドロップされる光信号と、AOTド 部TFAで増幅された光伯号はAOTF2で、例えば、 まうため、これを補償する必要があるのである。例え

生じない。

奇数番目の波長の光信号が分岐され、段りの光信号はス

8

(22)

ップすべき光信号は、2×2カプラで合故され、再び光 増幅部TFAで増幅され、トリピュータリ局へと送信さ は、光アッテネータを介して光スペクトルモニタ部のス [0060] AOTF1とAOTF2で分岐されたドロ ペクトルアナライザSAUに入力され、ドロップされた 光信号の波長及びパワーが所定の基準を満たしているか れる。 一方、2×2カプラ1のもう一方のポートから 否かが検出される。

9 スイッチを介して、光増幅部 BWA 2に入力され、ブー [0061] AOTF2をスルーした光信号は、前述し で分岐される。大部分の光信号は、カプラから伝送路に 幅郎PWA2による光信号の増幅は、OADM装置全体 たように、GG校モード分散補債器PMDに入力され、GG ッチ部P SW2の2×2カプラ2に入力される。 スイッ チ部PSW2の2×2カプラ2には、アド光信号も入力 トリビュータリ局からの伝送ロスによる損失が補償され る。更に、分散補償ファイバDCFによる分散が補償さ れ、2×2カプラ2に入力される。2×2カプラ2で合 故されたスルー光信号とアド光信号は、冗長化のための スタBST3、4からの励起光により増幅され、カプラ 故長すれや各故長の光信号のパワーが解析される。 光増 **政モード分散が補償された後、光モニタ部を介してスイ** される。アド光信号は、光増偏器PWA1で増福され、 出力されるが、一部は光スペクトルモニタ部に送られ、 を通過することによるロスを補償するためのものであ

故長11~132に変換されて、送出される。これらの る。チューナブルフィルタモジュールTFMでドロップ 変換部EOで電気信号が図5でドロップされた光信号の 長に分波される。同図の場合、故長11~132までの 合波器で合波されて、図5のOADM装置にアド光信号 [0062] 図6は、図5のOADM装置を使ったシス テムにおけるトリピュータリ局の構成例を示した図であ された光佰号は、トリピュータリ局の故長分祓器で各嵌 既存光ネットワークの光電気変換部OEで受信され電気 信号に変換された後、当該ネットワーク用の信号、例え ば、1故光ネットワークの場合には、そのネットワーク 一方、既存光ネットワーク等の信号出力部では、電気光 光信号は、アッテネータで相対的レベル調整が行われ、 32故に分波されている。これらの各政長の光信号は、 で使われている故長の光信号に変換され、伝送される。

[0063] なお、同図では、ドロップ光信号の故長は 32個あり、この32個の改長全てが使用されているよ うに示されているが、システムの構築当初では、これら の故長を全て使用する必要はなく、一部の故長のみを使 用してもよい。この場合、図5のチューナブルフィルタ モジュールTFMでドロップされる波長も32故以下に

として送出される。

の光信号に分岐してしまうと、受信する故長を変えたい うので、対応するのが難しいという点が存在する。例え ば、受信関で同じ故長の光信号を受信したいという場合 には、波長分波器の1つのポートから信号を分けなけれ られていない場合には、1つのボートからの光信号を分 【0064】また、同図のように、故長分故器で各故長 という場合に、故長分波器が各故長に先に分改してしま ばならず、そのような構成がシステム構築当初から設け 岐するカプラ等を新たに設けなくてはならない。

成は、基本的に図5の構成と同様であるので、詳細な脱 [0065] 図7、8は、AOTFを用いたOADM装 置の具体的な構成の第2の例を示す図である。図7の構 明は省略する。

ILAで増幅され、分散補償ファイパで分散が補償され [0066] 伝送路より入力される光信号は、光増幅部 W1は、前述したように、現用、予備の冗長化のための 構成である。スイッチ部PSW1から出力された光信号 はチューナブルフィルタモジュールTFMの光モニタ部 て、スイッチ部PSW1に入力される。スイッチ部PS を通過し、AOTF1、AOTF2でドロップ光信号が 【0067】2×2カプラ1からの出力のうち一部は、 ドロップされて、2×2カプラ1に入力される。

ラで分岐された光信号は、全てのドロップ波長を含んで の要望により柔軟に対応するためであり、ユーザの要望 つしか設けられていないが、ドロップ光信号として4故 スペクトルアナライザSAUに入力され、スペクトルが 解析される。2×2カプラ1で合改されたドロップ光信 号は光アンプで増幅された後、1×4カプラで分岐され 5。同図では、ドロップ光の故長数は4であるとしてい おり、トリピュータリ局の受信的TRB1のAOTFで おり、ドロップする光信号の故長を変える予定のない場 AOTFを使用するのは、本システムを使用するユーザ としてシステム使用中にアド・ドロップする光信号の故 長を変えることは強く望まれることである。 なお、故長 Cによって制御される。同図の場合には、AOTFが2 るが、必ずしち4に限られるものではない。 1×4カブ 各波長が抽出される。ここでのAOTFは1×4カプラ からの光信号の中から所望の故長を抽出する作用をして 駱記されているチューナブルフィルタコントローラTF **選択フィルタとしてのトリピュータリ局のAOTFは、** 合には、通常のパンドパスフィルタも使用可能である。 を使用する場合には、AOTFを4つ使用する。 \$

光は、GI波モード分散植質器 PMDでGI放モード分散植 前述したように、1つのAOTFでドロップすべき故長 し、もう1つのAOTFで残りの故長、例えば、奇数番 聞されてから、光アンプに入力され、AOTF2に入力 [0068] AOTF1でドロップされなかったスルー される。このように、AOTFを2段にしているのは、 の一部、例えば、偶数番目の波長の光信号をドロップ

目の故長の光信号をドロップするようにしているもので

ある。これは、AOTFの改長選択特性の半値偏が比較 的広いので、クロストークをできるだけさけるためにな されている処置である

アンプ部 PWA 2 に入力した光信号は、励起光頌 B S T は、スペクトルアナライザユニットSAUに送られ、O れ、OADM装置が正常に動作しているか否かのモニタ 2の2×2カプラCPL2に入力され、アド光信号と合 故される。 同図の場合、ドロップ光の故長が4故である 将来のアップグレードに対応できるように構成されてい るが、現在使われているのは1~4番のボートのみであ CFで分散が補償されてから、スイッチ師PSW2の2 アド光が合故され、プロテクションスイッチ(現用、予 備を切り替えるスイッチ)を通過して、OADM装置の 出力側の光アンブ部 BWA2に入力される。そして、光 3、BST4からエネルギーを与えられて、パワーが増 幅された後、カプラCPLを介して伝送路に出力されて ADM装置から出力される光スペクトルの状態が解析さ 補償されてから、光モニタを通過してスイッチ師PSW は、光アンプPWA1で増幅され、分散補債ファイバD ×2カプラCPL2に入力される。そして、スルー光と G版モード分散補償器 BMDによってGG版モード分散が カプラCPL4には、1×8カプラが設けられており、 【0069】AOTF2をスルーした光信号は、再び、 ので、アド光信号の故長も4つの同じ故長を使用する。 いく。なお、カプラCPLで分岐された一部の光信号 る。カプラCPL4で合波された各液長のアド光信号

ンクと光変調部及び不図示の4数ADM装置(E AD 【0010】図8は、トリピュータリ局のアド光送信箋 の構成を示す図である。アド光信号送信部は、レーザベ M)からなっている。送信すべきデータは電気ADM装 置から靍気信号として送信されてきて、レーザパンクか ちの光を変調する駆動信号として使用される。

8

いる。また、アドする光信号の改長が1~32のいずれ [0071] レーザパンクは、複数の互いに異なる被長 の光を出力するレーザダイオードからなっており、これ らがレーザダイオードユニットLDU#1~#4に収粧 されている。ここでも、障害発生時に対応するため冗長 の波長にも変更可能なように、異なる波長を出力するレ る。レーザダイオードユニットが冗異化されているのに は、現用 (Work) と予備 (Protection) とが用意されて ーザダイオードが32個投けられている。これちのレー 化がなされており、レーザダイオードユニットLDU ザダイオードから出力される光は、合波器で合彼され て、1~32の放長の光が故長多重された光を生成す 対応して合波器も現用と予備が散けられている。

[0072] 合波器から出力された光は、光アンプ部で 増傷される。光アンブ部も冗長化されており、光アンブ 節の構成は、増倡媒体を2つ設け、その間にアッテネー タを挟んだようになっている。これは、聞にアッテネー

2

を制御するのに使用される。同図に示されるように、ス タを入れることによって、後段の増幅媒体への光の入射 ラ部CPL3に入力される。分岐された光倡导は、スペ クトルアナライザユニットSAULに入力される。スペ クトルアナライザユニットSAULの構成は、スペクト ルアナライザコントローラSAU CNTと、これに関 ザパンクからの出力光の検査をする場合に必要な出力光 ザダイオード制御部LDCに送られ、レーザダイオード ペクトルアナライザユニットSAUL及びレーザダイオ 独度を関盤する作用を得る為である。増幅媒体で増幅さ れた光信号は、カプラCPLで一部が分岐されて、カブ を光モニタポートに出力するものである。 スペクトルア ナライザユニットからの解析結果は略記されているレー り、カプラCPLはシステムのオペレータが手動でレー **御されるスペクトルアナライザSAUとからなってお** ード制御部LDCも冗長化されている。

[0013] このように、異なる故長のレーザダイオー 発援波長を可変できるレーザが非常に不安定で、発振波 ドを複数用意し、これらの光を合改して使用するのは、 長が精密に安定している必要のある光通信においては、 十分な機能を得られないからである。

(

を合政したものは、光増幅器で増幅された後、カプラ部 は、入力された光をアド光信号の改長として使う分だけ 分歧し、光変顕節に送る。今の場合、アド・ドロップす る光佰号の波長は4つだけであるとしているので、実際 に光接続されているのは、1×8カプラの4つのポート のみである。残りのポートは反対方向の通信回線用に設 けられている光変顕器 (不図示) に光を供給するために 【0074】複数のレーザダイオードから出力された光 CPL3の1×8カプラに入力される。1×8カプラで

に入力される。一方、電気ADMからは、所定の改長の され、電気信号に変換される。この電気信号は分配器で は、この電気信号の印加を受けて、故長選択節の前段の る。変闘された光信号は1×2カプラで分岐され、一方 か否かが確かめられる。この検出の結果は、電気増幅器 **構成の変調装置が4つ設けられている。レーザパンクか** Fで、先ず、アド光として使用する故長の光が選択され 分岐され、デジタルフリップフロップローFFと亀気増 幅器を介して変興器Modに印加される。変興器Mod [0075] 1×8カプラの出力ポートに接続されたフ ナイパは、アドする光信号の液長分散けられた変調器を 有する光変顕部に送られる。同図では、内部構成は、1 ら送られてきた光は故長強択師TFR1の前段のAOT る。この選択された改長の光は変関器師の変調器Mod 光信号としてデータが送られてきて、受信器ORで受信 がコントローラで俊出され、所望の変調が行われている にフィードバックされ、安岡器Modが安定して動作す **しにしいてのみの配数となっているが、実際には、回** AOTFで選択された故長の光信号を変開し、出力す 使用される。 ç

【0076】このようにして、変闘器Modで変闘された活角なは、光アンプPOAで簡高された後、波長遊択的の後段のAOTFに入力されてアド治自分として送出される。ここで、光アンプPOAで傾低した後に再びみOTFを通過させるのは、光アンプPOAで発生したイズを除まするためのものであり、このAOTFは波長が状態の前段のAOTFの遊牧波表と同じ波長を選択ちように設定されているものである。

[0077]なお、レーザパンクからの光の中からアドするための光故長を選択するのに、選択故長国定型のフィルタではなく、選択故長を可変できるAOTFを使用するのは、アド・ドロップする光信号の波長を変えたいときに容易に対応できるようにするためである。

[0078]また、故長遠秋節の前段のAOTFでアド光信号に使用する故長を1故だけ最初に選ぶことによって、変翻器Modの後段の光アンプPOAは、1故用のアンプで良くなり、小型のアンプを使用することができる。前述したように、最初に変調をかけて、後に故長を選択することも可能であるが、この場合には、変顕器の後段のアンプは故長多重光用の光アンプでなくてはならず、大型になるとともに、高価になってしまう。

20

[0079] 図9、10は、AOTFを使ったOADM ファイバBLSRを前堤にしており、伝送路(PB)と 装置の具体的構成の第3の例である。図9の場合、伝送 る。後に説明するように、伝送路の冗長化にも種類があ 9. UPSR (uni-directional path switch ring) 対方向の伝送路のOADM装置に設けられるLBスイッ チへの伝送ケーブルを示し、伝送路(P)と記載されて いるのは4ファイバBLSRの場合の反対方向の伝送路 のOADM装置に設けられる光1+1プロテクションス に散けられており、システムの冗長化については、後述 や2ファイバ、4ファイバのBLSR (bi-directional line switch ring) 等の構成がある。同図の場合、4 記載されているのは、4ファイバのBLSRの場合の反 イッチ(1+15W)への光信号伝送ケーブルを示して いる。これらは、伝送路及びOADM装置の冗長化の為 路が現用と予備に冗長化されている様子が描かれてい

8

[0080] 現用の伝送路から入ってきた光信身は、光始幅的 I L A で増幅されると共に、分数補償ファイバD C F によって分散が補償され、スイッチ部PSW I に入力される。スイッチ部PSW I では、L B スイッチと 1 オイッチとが設けられているが、ネットワークが2ファイバのB L S R と 4 ファイバのB L S R と 4 ファイバの B L S R のいずれを使用しているかによって、いずれかのスイッチのみが設けられる。

[0081]スイッチ部PSW1を適過した光信与は、 チューナブルフィルタモジュールで耐強した作用により、ドロップ光がドロップされ1×8カプラを有するカ

ブラ師CPL1に入力される。1×8カブラでは、ドロップされた徴長を全て含んでいる波長を選出法信号を8つに分岐し、トリビュータリ局の受信部へと送信する。チューナブルフィルタモジュールをスルーした光信号は、スイッチ部PSW2の2×2カブラに入力される。トリビュータリ局から送信されてくるアド光信号は、カブラ部CPL4の1×8カブラで合紋され、光アンプPWA1で増幅される。そして、増幅された光信号は、分散補償ファイバDCFで分核補償され、スイッチ部PSW2の2×2カブラマスルー光と合数される。

【0082】カプラ部CPL4の1×8カプラの前段に光モニタが各族長のアド光信号毎に設けられているが、これは、カプラ部CPL4がちゃんと装着されているか否かをモニタするために設けられているものである。

[0083] 2×2カプラで合液されたメルー光とアドボは、冗長化のために設けられた1+1メイッチ、及び、LBスイッチを通過して、光アンプPWA2で結構されて、伝送路に送出される。

[0084] 図10は、図9の具体例におけるトリビュータリ局側の構成を示した図である。受信値では、OADM装置からドロップされ、分岐された光信号の数だけ受信器TRB#1~#8(1)が設けられる。受信器TRB#1のみ内部構成が示されているので、これについて説明する。他の受信器TRB#2~#8(1)も同様の結せれると

の構成である。 [0085] 先才、ドロップされた光信号は8数からなっており、この光信号が受信器TRB#1 (1) に入力されると、光アンプAMP1で増殖される。光アンプA

されると、光アンプAMP1で増属される。光アンプAMP1は、砂路光凝B2Tから励起光を受け取っている。増幅された光信与は、カブラ部CPL2の1x4カブラでドロップされた光信号の設長数分に分岐される。ここでは、4つに分岐されている。次に、光信号の設長数分に分岐される。ここでは、4つに分岐されている。次に、光信号の設度数を行うトランスポンダ # 1に入力される。詳細な構成は省略されているが、トランスポンダ1は#1~# 4のあり、それぞれ1x4カブラから出力される光信号

を受信する。 [0086]トランスポンダ#1に入力された光信号は 該長選択フィルタとしてのAOTFにより、1つの該兵の光信号が選択され、光受信器ORによって超気信号に 40 変換される。この電気信号は、分配器で2つに分岐され、デジタルフリップフロップローFFおよび増幅器を

通って、変関器Modに印加される。変態器Modには、送信週のレーザベンクLDBKからの光が送信されてきており、レーザベンクLDBKから送られる複数の数長の中から適当な波長がAOTF1で望択されて、入力される。そして、AOTF1で選択された光信号は変闘器Modで変調されて出力される。出力された光信号は、光アンプPOAで増幅された後、AOTF2で増幅器のノイズ成分が吸り係かれ、他のネットワーク等に送信される。このように、他のネットワークで方送

信する場合には、ドロップされた光信号のままでは伝送できない可能性があるので、どのような改長にでも変換できるようにトランスポンダが設けられている。また、変階器Modの出力は1×2カプラで分岐され、コントローラに検出されて、変闘器Modの動作を安定させるためにフィードバックがかけられる。

【0087】このように、受債側のトランスポングの動作は、図8の光変闘部のものと基本的に同じである。一方、送債側では、不図示のレーザバンクLDBKから変闘に使うための光が送信されてくる。この光は、送信器 #1~#8(2)のカブラ部CPL5に入力される。入力すると、先ず、カブラ部CPL5に入力される。入ているか否かをモニケイろための光モータを通過し、次に、10をかるかをモニケイるための光モータを通過し、次に、10をかるかをモニケイを使のは、ボアンアAMP#1~#4によって増幅される。このうち、アド光信号を生成するために使用されるのは、4つのみであり、他の4つは、受債額のトランスポングに光信号の設長変換用光として送られる。

【0088】レーザパンクからの光のうち、アド光信身 生成のために使われる4つの光は、トランスポンダ‡5 のAOTF3に入力され、アド光信号生成のための波長 が選択され、変調器Modに送られる。アド光を変調す ペきデータは、他のネットワークから光信号で送信され てきたものを光アンプAMP2で増偏し、1×4カプラ で分岐した後、AOTF5で波長を選択し、光受信器O Rで電気信号に変換する。この後の動作は、受信服のトランスポンダと同様なので関係を指す。この後の動作は、受信服のトランスポンダと同様なので以明を省略する。そして、A OTF4から出力されるアド光信号は、同様に生成され たトランスポンダ 46~48までの光信号と1×4カブ

【0089】図11、12は、AOTFを使ったOAD M装置の具体的構成の第4の例を示す図である。図11 の構成は、図9の構成とほとんど同じなので、領路説明する。なお、同図の場合には、アド國に結鎖がなされていないが、省略されているだけであって、実際には、トリビュータリ局のアド光信号送信側が接続されるべきものである。

[0090] 伝送路より入力した光信号は、光増電器で指摘され、分数補償フィイベで伝送路の分散が制備されて、現用・予備切り替え用スイッケ部PSW1に入力される。ここでの切り替えは、ネットワークが採用している乃長構成によって変わるが、ここでは、4ファイバ日しSRを前投としている。スイッチ部PSW1を通過した発信与はアューナブルフィルタモジュールでドロップ光がドロックをは合う。スルー光信号はアコータリ局の受信側へ送信される。スルー光信号は、ロップ・ボロ・ファボロ・SW2の2、2カブラでトンドークリ局の受信側へ送信される。スルー光信号は、1、8カブラでインド部PSW2の2、2カブラに入りまたのままスイッチ部PSW2の2、2カブラで合成された後、光ブンプPWA1で増幅され、分数指償ファイバDCFで

ф開平11-289296 26 分散循償された後、2×2カプラマスルー光と合設される。ここで、2×2カプラや2×8カプラはそれぞれ1 ×2カプラや11×8カプラでもよく、ここで、出力ボートが1つ多いカプラを使っているのは、6改された光信 0の状態をモータしようとするときのための便宜を考えてのことである。従って、必ずしも2×2カプラや2×8カプラを使用しなければならないことはない。

[0091] アド光信号とスルー光信号とが合敵された 光信号は、現用・予備を切り替えるためのスイッチ (1 +1スイッチ及びLBスイッチ)を通過した後、光アン アPWA2によって増幅され、伝送路に送出される。

[0092] 図12は、トリピュータリ局の受信回構成 からである。1×4カプラで分岐された光信号は、それ の変形例を示した図である。受信部TRB#1は、トリ ピュータリ周の次段に接続するネットワークが単故長ネ ットワークの場合の構成である。OADM装置からドロ ップされてきたドロップ光信号は、光アンプAMPで増 幅された後、カプラ部CPL2の1×4カプラで4つに 分岐される。ここで、分岐する数が4であるのは、OA DM装置でドロップする被畏の数が4であるとしている ぞれに散けられているAOTFに送られ、それぞれの故 長の光信号が選択される。各故長11~14の光信号が にそのまま送信される。なお、単放長ネットワークがサ ポートする光信号の彼長がドロップされた光信号の故長 でないときには、単波長ネットワークに接続する前段に **改長変換を行うトランスポンダを散けて、サポートされ 選択されると、これらは、そのまま単波長ネットワーク** ている政長で光信号を送信するようにする。 8

[0093] 受信部TRB#2は、トリビュータリ局の **吹段に接続するネットワークが多波畏ネットワークであ** るが、4酸までの液是多盛システムである場合を示して いる。OADM装置からドロップされてきたドロップ光 で4つに分岐され、1×4カプラの出力ポート毎に散け られた波長選択卸TFR#1~#4に入力される。AO 抽出された光信号は、単故長用の光アンプPOAで増幅 前述したように、光アンプPOAのノイズを除去するた めのものである。このようにして、故長避択部TFR# 1~#4で抽出されたドロップ光信号は2×4カプラで 合故され、故長多重ネットワークに送信される。 もちろ 信号は、光アンプAMPで増幅された後、1×4カプラ TFはドロップ光信号の中から1故のみを抽出される。 され、再びAOTFに入力される。後段のAOTFは、 8 ÷

を介して、被長を変換して接続するようにする。 【0094】受信節TRB#8は、4被以上の被長多重 光信号をサポートしているネットワークに接続する場合 のトリピュータリ局の構成を示している。4 被以上のド ロップ光信号の被長を選択する場合には、0ADM装置 に使用されているように、AOTFを2段に使って、波

8

ん、ドロップされたままの故長を次段の故長多重ネット

ワークがサポートしていない場合には、トランスポンダ

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

20

3

[0095] このようにして、遊択された彼長のドロッ の故長をサポートしない、あるいは、別の光信号を使用 ブ光信号は、2×2カプラで合放され、増幅されて、次 段の波長多重ネットワークに送信される。尚、前述の通 り、次段のネットワークがドロップされたままの光信号 している場合には、故長変換して次段のネットワークに 作と同じなので、説明を省略する。

を構築するためには、任意の彼長の光信号をドロップで の特性と、反射鏡間の光学的距離に依存する。特に、同 反射鏡間の光学的距離を変えなくてはならないが、この には、レーザの構成に可動部がないので、安定した発振 きるだけではなく、対応する任意の被長の光信号をアド するという構成をとっており、発振波長はこの発光媒体 はできるが、温度上昇などによる故長の変化が小さいの 念を説明する図である。任意波長型のOADMシステム 局関で任意の故長の光信号を生成できなくてはならない ので、彼畏を任意に変えることのできる光顔が必要であ で、反射鏡間で光を往復させる間に強度の強い光を放出 方法があまりないというのが現状である。 現状考えられ る光学的距離の変更の仕方は、反射鏡の位置を機械的に 移動させるか、温度を上下して、発光媒体の屈折率を変 化させるというぐらいである。 反射鏡を機械的に動かす のは、レーザが可動部を有することになるので、反射鏡 の位置が狂いやすく、安定したレーザ発揮を行うことが できない。また、温度を上下して嵌長を変化させる場合 で、波艮多重システムのグリッド全体をカパーすること 【0096】図13は、アド光信号を生成するための光 を供給するために使用されるレーザバンクの構成及び概 できなくてはならない。 そのためには、トリビュータリ る。しかし、現在光顔として広く使われているレーザダ じレーザで異なる波長を発振させようとする場合には、 イオードは、故長を変えることが難しい。 というのも、 もともとレーザというのは、発光媒体を反射鏡で挟ん

**一ドを用意しておき、これらが発援するレーザ光を束ね** 【0097】そこで、本実施形態では、使用する可能性 のある全ての彼長を発版彼長とする個々のレーザダイオ て1つの光とし、これを様々な所に使用することとし

る通りであり、彼長11~1nをそれぞれ発揮波長とす [0.098] レーザパンクの構成は、同図に示されてい

ムの初期状態では、全てのパスが閉じられ、どこも光信

身を受信しない状態となる。

8

るレーザダイオード139を設け、それぞれに発振させ る。それぞれが発揮する故長は、スペクトルモニタ13 し、ずれが生じた場合には、発援被長にずれの生じたレ 3で監視され、予め定められている基準波長値と比較

[0099] 各レーザダイオード139が発版する光信 号は、合夜器138で合彼され、1つの光とされる。そ て、発板波長が所定の値になるように調整される。

**一ザダイオード139の駆動電流あるいは温度を調整し** 

[0100] この光を使用する場合には、AOTF等の して、光アンプ136で増幅され、分配器131で必要 チューナブルフィルタ132、あるいは、使用する故長 が固定しているのであれば、避択被長の固定されている パンドパスフィルタ等で必要な彼長をレーザパンクから の光から抽出し、外部変顕器135で変闘をかけ、光ア ンプ137で増幅して送出する。 な数だけ分岐される。

[0101] このように、複数の嵌長の異なる光頭の光 を合改して、これを利用するようにすれば、光環の発援 している故長の光であれば、どの故長であってもフィル タで抽出して使うことができる。特に、改長分割多重通 Tの勧告で規定されているので、それ以外の波長を任意 に使用することはないと考えてよいので、レーザパンク 信システムでは、各チャネルの光信号の波長が1TUー を使用すれば十分である。 [0102] 図14~図20は、OADM装置における ドロップ用AOTFの制御方法を説明する図である。な お、図にはAOTFが1つしか配載されていないが、前 [0103] 図14は、OADM装置を含むOADMシ ステムの初期状態を示している。入力関から例えば、3 システムが線動する前は、光信号がどこにも出力されな 40は、32故全ての故長を選択するように、RF倡号 発仮器からRF債号をAOTF140に印加する。する されてしまい、スルー側(出力側)には光信号が出力さ リ局倒へ送信される。トリピュータリ局では、送信され てきた光信号を光カプラ142で分岐し、各政長の光信 AOTF143は、ドロップすべき故長を遊択するので あるが、初期状態では、AOTF143に入力関から伝 送されてきた32弦の光信号からは、漏れ光等が生じな い程度に十分離れた位置を選択波長とするようなRF信 身を入力する。このようにすれば、32鼓の内、AOT F143で選択される彼長がないので、光受信器144 に送信される光信号は存在しない。このように、システ い状態が好ましい。そこで、OADM装置のAOTF1 と、入力倒から入力された32故全ての故長はドロップ れない。従って、32故全ての光倡身は、トリビュータ 近したようなAOTFを2つ用いる場合も同様である。 号を選択するAOTF143に送る。通常動作時では、 2故の故長多重光信号が送信されてきた場合に、まだ、

【0104】なお、AOTF143は、常に1改長を遊 **択するためのRF信号が印加されるので、光信号を選択** しない場合にも、32故以外の場所を1つ選択するよう なRF信号を印加しておく。これにより、AOTF14 3 に印加されるRF信号のパワーが光信号を選択する場 **合もしない場合も同じになり、AOTF143の動作を** 安定化させることができる。

ルーする場合には、AOTF140には、32弦の改長 以外の場所に選択故長を設定するようなRF信号をRF 信号発復器141で生成して、印加するようにする。R 5. これは、図14のとき、AOTF140に32遊分 のRF信号が印加されていたので、AOTF140の特 性をあまり大きく変えないようにするため、わざと32 [0105] 図15は、OADM装置によるドロップが 行われない場合のAOTFの制御方法を示している。ス F伯号は光信号は遊択しないが、32個の波長を避択す るような32個の周波数からなるRF個号が印加され 個の周波数のRF信号を印加しているのである。

の変化によって変わってしまわないようにするためであ 光信号はドロップされない。 したがって、光カプラ14 3.2 故以外の波長位置を選択するようなRF信号を印加 1個の周波数からなるRF信号である。これは、前述し たように、AOTF143の動作が、RF信号のパワー 【0106】これにより、32故全ての光信号はスルー 阅 (出力図) に送信される。トリピュータリ局域には、 2にも光信号は入力されないが、AOTF143には、 しておく。このRF信号は1弦のみを選択するような、 る。従って、光受信器144では光信号は検出されな

[0107] 図16は、OADM装置でドロップはしな いが、入力される光信号が故長毎に異なるパワーを有し なお、同図では、故長が11~132に行くに従ってパ ワーが大きくなる、いわゆる、チルトが起きている場合 のみを示しているが、各故長のパワーが全くバラバラで ている場合のAOTFの制御方法を説明する図である。 も同じ作用を得ることができる。

OTF143からは光信号が出力されない。従って、光 パワーの大きい故長の光信号をより多くドロップするよ 2で分岐されるが、AOTF143の選択故長を32故 [0108] すなわち、AOTF140に印加されるR F偖号のパワーの違いにより、ドロップされる光信号の うにし、パワーの小さい波長の光信号はより少なくドロ ップ、あるいは、全くドロップしないようにする。この る。この光は、光アンプで増幅されたり、光カプラ14 の数長域から十分離れた位置に設定することにより、A ようにすることによって、スルー窟(出力図)に出てく トリピュータリ局側には、AOTF140に入力された パワーも異なってくるので、RF発版器141からは、 る光信号はパワーが揃って出てくるようになる。一方、 時のパワーに応じた量のドロップ光が表れることにな

**時期平11-289296** 

受信器144では、光信号を受け取ることが無く、ドロ ップする為だけに使うのではなくて、被長毎のパワーの [0109] このように、AOTF140を改長をドロ ップ動作は行われないことになる。

違いをなくすために使用することによって、システムの

伝送品質の向上に役立てることができる。

[0110] なお、AOTF140には、やはり、常に 43の動作を改長を選択するか否か、あるいは、選択す 3.2個分の故長を選択するための3.2個の周波数のRF 1 弦のみを選択す為の1 個の周波数のRF 信号を印加す るようにしておく。これにより、AOTF140及び1 信号を印加するようにしておき、AOTF143には、 る彼長の数によらず、安定させることができる。

2

ドロップを行う場合の各AOTFの制御方法を説明する [0111] なお、上配した故長毎のパワーの違いを補 アで行うようにしてもよい。図17は、OADM装置で 関する動作は、倒御CPUを設けておいて、ソフトウェ 図である。

長12と132とを選択するようなRF信号が印加され を選択するような30個の周波数のRF信号をRF信号 2故の光信号が入力されると、AOTF140には、故 に、32故の光信号の故長から十分離れた位置に30故 AOTF140に印加されるRF信号は32波分を選択 するものとなるが、実際にドロップされる光信号は改長 [0112] ここでは、故長11~132の内、12と 132のみをドロップする場合を考える。入力関から3 12と132のみである。 残りの故長の光信号はスルー ると共に、AOTF140の動作を安定化させるため 発展器141で生成して、印加しておく。これにより、

AOTF143に入力される。AOTF143は、1改 は、故長え2を選択し、もう一方は故長え32を選択す [0113] ドロップされた故長 12と 132は、トリ のみを選択するように1故のみを選択するための1つの 周波数のRF信号が印加される。AOTF143の一方 る。このようにして、光受信器144の一方では、故長 12の光信号が受信され、もう一方では、故長132の ビュータリ局国へ送られ、光カプラ142で分岐され、 寅(田力國)へ送出される。 光信号が受信される。 ဓ္က

は、常に同じパワーのRF信号を印加するようにしてお き、AOTFの動作の安定を図る。また、彼長各重され た光信号間のパワーの違いを抑える働きも持たせること [0114] = 025 ( AOTF 140 2143 E

[0115] 図18は、トリピュータリ局側での選択故 長のトラッキングについて説明する図である。OADM 装置のAOTF180からドロップされた光信号は光カ に分岐され、AOTF182で各政長が選択される。し プラ181でドロップされた故長数分(同因では4故)

かし、温度変化やRF信号の周波数のずれなどにより、

S

周波数を僅かに変えて、あるいは、AOTF182に印 ドロップされた光信号の改長とAOTF182の選択故 長とがずれることがある。従って、AOTF182で避 択された光信号を監視し、光信号の波長とAOTF18 2の選択故長とを一致させる必要がある。そこで、AO TF182の後段に例えば、10:1カプラ183を股 け、大半を光受信器で受信すると共に、一部をフォトダ イオードPD185でパワーを検出して、その結果をト 回路186では、AOTF182に印加するRF信号の し、PD185で受信される光信号のパワーの変化を検 出し、各PD185で受債する光債号のパワーが扱も大 きくなるように制御する。これは、RF信号の周波数を ラッキング回路186に送るようにする。 トラッキング 大きいほうと小さいほうに振るように僅かにずらしたと 加するRF倡号のベースの周波数に低周波成分を重型

[0116] 図19は、OADMシステムのAOTFの 全体の制御を示す図である。同図で、図18と同じ番号 のついているものは同じものなので詳しい説明を省略す

は、このような状態を検出するようにRF信号を調整し

て、トラッキングを行う。

一が最大であることを示す。トラッキング回路186

き、周波数の大きいほうに扱ったときと小さいほうに扱 が小さくなれば、中心の周波数のとき光信号の受信パワ

ったときの両方でPD185で受債する光信号のパワー

の故畏を選択する場合に、適切に、ドロップすべき光信 いる。これは、OADM装置のAOTF180が光信号 るRF信号の周波数とパワーを制御するためである。光 スペクトルモニタ192の解析結果は、OADM装置制 御CPU193に入力され、AOTF180が適切に動 号の波畏にマッチした動作を行っているか否かを検出す るためのものである。すなわち、ドロップすべき光信号 の波長とAOTF180の選択波長特性とがずれている 場合には、ドロップすべき光信号のスペクトルを完全に ドロップすることができず、光信号に故形劣化などを引 き起こして好ましくないので、AOTF180に印加す **【0117】OADM装置のAOTF180でドロップ** された光信号が光カプラ194で分岐され、1×4光ス イッチを介して光スペクトルモニタ 1 9 2 に入力されて 作するようにRF信号の制御信号が出力される。

カする。トラッキング回路203はOADM装置制御C **一タリ局のアド光信号生成倒では、LDパンク202か** D198で受光して結果をトラッキング回路203に入 [0118] また、図18で説明したトラッキング回路 186もOADM装置制御CPUと情報を交換し、AO TF182を適切に動作するように制御する。 トリビュ AOTF200によって改長選択されるが、この改長選 択も適切に行われているか否かを監視し、AOTF20 0を制御するために、光カプラ199で光を分岐し、P ら出力された光が、光カプラ201によって分岐され、

196で放長選択を受ける。このAOTF196は、A PU193と情報を交換しながら、図18で説明した処 **「る。光カプラ199から出力された光は、光変闢器1** 97によって変調され、次段で増幅された後、AOTF トラッキング回路203が得た情報をOADM装置制御 里と同様の処理により、AOTF200をトラッキング OTF200と同じ選択被長を有する必要があるので、

AOTF196を通過した光信号は、アド光信号として 光カプラ195で合故され、途中分散補償ファイバで分 CPU193が取得し、直接AOTF196に印加され るRF信号を制御する。これにより、AOTF196と 数補償されて、AOTF180をスルーした光信号と光 り、同じ故長の光信号を適切に選択することができる。 AOTF200は同じ波長遠択特性を有することにな カプラ190で合放される。

[0119] アド光信号が合放された光信号は、増幅さ れると共に、アド光信号が正常にアドされているか否か を検出するために、光カプラ191で分岐され、1×4 光スイッチ204を介して光スペクトルアナライザ19 2で解析される。この結果は、OADM装置制御CPU 193で制御債号生成に使用され、AOTF180やA OTF196、あるいは、トラッキング回路203を介 してAOTF200を制御する。

用のOADM装置及びトリビュータリ局からの光信号も 192が高価で、且つ、大型であるため、各所にそれぞ れ散けるのはコスト的にも小型化にも好ましくないから である。そのかわり、光スペクトルモニタ19\*2は、光 スペクトルの解析とデータの送出とを並列に行うことが できるように構成されており、1つの光信号のスペクト ルの解析が終わったら、データの送出を待たずに、次の 光信号のスペクトルの解析を始めることができるように なっている。通常、光スペクトルモニタ192において は、光信号のスペクトルの分析とデータの送出とが同じ 位の時間だけかかるので、データの送出を待ってから吹 の光信号の解析を始めるのは測定時間を畏引かせ効率的 **【0120】1×4光スイッチ204には、逆方向伝説** 入力され、順次切り替えて光スペクトルモニタ192に 入力するようにしている。これは、光スペクトルモニタ トルモニタ192が光信号のスペクトル解析が終わった でない。そいで、1×4米スイッチ204を、光スペク ら、次の光信号に切り替えるように制御する。 8

ることで、瞬時に所定のRF周波数とパワーを印加する 内部にROMを持ち、AOTF180がドロップする時 に、AOTF180に印加するRF信号のデータ、スル 一時のRF信号データなど複数のRF信号の印加状態を 哲徴しておく。このROMのデータを用いてAOTF1 8 0に印加するRF信号の発版周波数の設定値を変更す [0121] なお、OADM装置制御CPU193は、

【0122】AOTFの全体制御において、動作シーケ

20

(18)

ノスは以下のようにする。 すなわち、AOTF182を 最初に駆動し、動作が安定したち、吹にAOTF180 を駆動する。AOTF180の動作が安定したら、光受 信器184でドロップ光信号を受信する。 次にAOTF 196、200を駆動し、動作が安定したら、光変闢器 197を駆動し、アド光信号を送出する。

けて立ち上がるようになる。RF信号の立上げ方として る。ところで、AOTFはロスが大きいので、通常AO パワーに一対一に対応するので、光も50~60msか [0123] 図20は、AOTFへのRF信号の印加の 仕方を説明する図である。AOTFに突然RF信号を印 て、AOTFが突然光信号を選択し、光アンプに急に強 度の大きい光が入力されると、光サージ現象が起きてし まう。これを訪ぐためには、光アンプに入力される光が そこで、RF信号のパワーを50~60msかけて徐々 にいっぱいのパワーまで上げるようにする。 このように すれば、AOTFで選択される光のパワーはRF信号の は、アナログ的に滑らかに上昇させる方法もあるが、デ ジタル制御することを考え、50~60msをn(nは 自然数)ステップに分けてRF信号を上昇させるように する。nは、設計時に回路をできるだけ簡単化しながら TFの後段に光アンプが挿入される。この構成におい 50~60mgの時間をかけて立ち上がる必要がある。 加すると、対応する光信号が突然避択され、出力され 最適な効果が得られるように設定されるべきものであ

(故長) 及びドロップするチャネル (故長) を固定して おき、チャネル固定型のOADMとして運用する。この [0124] 以上説明したような、AOTFを用いたO 場合、AOTF10に印加するRF債号周波数「1、f ド/ドロップするチャネルが固定であるため原理的には RF信号周波数を変化する必要がなく、制御が容易であ 2、・・・fnを固定することによって実現できる。7 ADMでは、次のようなアップグレードが可能である。 即ち、OADMの初期導入時には、アドするチャネル

33

f 1、f 2、・・・f nを可変にする機能を設けるだけ 【0125】次に、任意のチャネル(改長)をアドノド ロップする機能を有する任意改長型のOADMが要求さ れる場合には、AOTF10に印加するRF信号周故数 で実現できる。例えば、図1において、ドロップするチ ナネルを変更する場合には、AOTF10に印加するR F信号周波数を変更するチャネル(改長)に合わせて変 **更すればよい。また、アドするチャネルを変更する場合** には、LD19、8×8カプラから構成されるレーザバ ンクを取け、8×8カプラから出力されるWDM先(故 **長多国された光)から週択する彼段をAOTF14でチ** ューニングすれば良い。この場合は、AOTF14に印 加するRF信号周改数を選択する改長に合わせて変化さ

[0126] このように、AOTF及びレーザバンクを 用いることにより、OADMのハードウェアをほとんど 変更することなく固定故長型から任意故長型へのアップ

**特開平11-289296** 

交互にかみ合わせたような電極に印加される。10Tに 5。AOTFは、ニオブ酸リチウムの基板に同図太線の ように光導波路を形成し、導波路の交叉する部分に偏光 (SAW) が発生し、基板の装面を伝播する。このSA ピームスプリッタPBSを設けている。RF倡号は、1 DT (inter digital transducer) と呼ばれる、歯を 所定の周波数のRF信号が印加されると、弾性表面波 [0127] 図21は、AOTFの構成を示す図であ 2

い改長板のような構造を形成する。SAWガイドは、基 Wが伝播することによる影響は、基板内部の光導故路に もおよび、屈折率を周期的に変化させて、基板内部に薄 板表面に貼り付けられた金属膜であり、SAWはこのガ イドに沿って進行する。

わる。従って、PBS2での当該故長の進行方向が変わ ちょうど相互作用する故長以外の故長の光は、SAWの 影響がランダムに働き、TEモードとTMモードの入れ ドとTMモードとが混在したものであるが、PBS1で TMモードとTEモードに分かれて別々の導波路を伝播 うど相互作用する政長の光があると、上記した、薄い故 長板の作用により、TEモードとTMモードとが入れ替 り、ドロップ光信号として出力される。一方、SAWと 換えが起こらない。従って、そのような波長の光は光出 [0128] 光入力から入力される光信号は、TEモー する。ここで、入力された光信号のうち、SAWとちょ カヘスル一光として出力される。 2

ードとが入れ替わって、光出力として送出される。この 進むが、アド光信号はドロップ光信号と同じ改長を有し ているので、SAWと相互作用し、TEモードとTMモ と、PBS1でTEモードとTMモードとに分岐されて [0129] 同様に、同図のアド光信号が入力される ようにして、光信号のアド動作が行われる。

[0130] ところで、ニオブ酸リチウムは、彼屈折の 特性を有しているので、TEモードの伝燈速度とTMモ たまま光出力として送出されてしまう。 一方、モード変 モード変換を受けない被長の光は偏波モード分散を受け 換を受ける彼長の光は導波路内でほぼ同じ時間TEモー ドとTMモードでいるので、両方のモードで伝播する光 学的長さが同じとなり、偏改モード分散は打ち消されて **一ドの伝搬速度は導嵌路内で異なってしまう。従って、** 9

スを小さくしたり、退択特性の波長幅を狭くすることが できる。選択特性の波長幅を狭くすることにより、クロ [0131] なお、このようなAOTFにおいては、苺 **牧路のパラメータ (長さ等) を適切に避んでやると、ロ** ストークを小さくすることができる。また、SAWガイ ドを斜めに配置したことによっても、改長選択特性のサ

ドローブを小さくすることができたり、RF信号のパ ワーが少なくて済むなどの効果が得られる。また、PB Sを工夫することにより、ロスの個故依存性をなくすこ

成では、1TU-T G. 692で規定される0.8n 特性あるいは透過特性を示している。同図に示されるよ M) も0. 65nmとなっている。従って、図21の構 m間隔のグリッドに配置される故長をクロストークを少 [0132] 図22は、図21のAOTFの透過特性を 示した図である。同図には、ドロップポートの该長強択 うに、サイドローブが多く形成され、半価幅(FWH なくして、選択するのは困難である。

これによれば、0.8nm間隔のグリッドに配置されて と、彼長遺択特性の幅が広がっているのが同図 (a) か らわかる。同図 (a) を拡大したものが同図 (b) であ いる光信号を選択することが特度良くできるようになる [0133] 図23は、図21のAOTFを3段モノリ シックに基板上に構成し、同一周波数のSAWで故長選 択した場合の故長選択特性である。 1段のAOTFの半 値幅が0. 65であるものを3段カスケードに接続する と共に、サイドローブの位置を顕盤することによって、 り、半値幅が0.39nmとなっていることが分かる。 クロストークをよくすることができる。

[0134] 従って、図5~図12で説明したOADM 装置に使われているAOTFは全て、3段のAOTFを モノリシックに形成し、同一周波数のSAWで被長選択 動作を行わせている構成を前提にしている。

あり、1℃温度が上がると選択波長が0.73nmずれ [0135] 図24は、AOTFの温度依存性に対する えば、温度勾配が生じるために表面の温度を正確に一定 てしまう。WDMシステムにおいては、0.8nm関隔 で隣のチャネルの光信号が配置されていることを考える と、AOTFは温度が1℃上がっただけで、隣のグリッ って、AOTFをWDMシステムのOADM装置に使用 にすることは難しい。また、直接表面の温度を制御する ことも考えられるが、構造上ペルチェ繋子等遺度を上下 対応技術を説明する図である。AOTFは温度に敏感で ドの波長を選択してしまうような特性を有している。 従 する場合には、温度変化に対するフィードパックをRF 信号あるいは温度制御装置にかける必要がある。 温度制 も、ペルチェ素子等をAOTFの表面以外に散けてしま 御装置を散けてAOTFの温度を一定に保とうとして

[0136] そこで、本実施形態では、共振器の発振周 破数が温度により敏略に変化することを利用して、AO TFの袋面に共振器を作成して装面の温度を測定する。 その構成を示したのが、図24である。 [0137] 3段構成のAOTFの機の基板の表面上に 周期A、対数NのIDTを設け、共仮器を構成する。発 版回路240は、共仮器用1DTを発仮させるように信 号を送信し、共扱器を共振させる。周波数カウンタ24 内、共仮器が共仮を起こした周波数をカウントし、その 周波数からAOTFの表面温度を取得する。表面温度の 信号を送信する駆動回路242に送られる。駆動回路2 情報は、フィードバックとしてAOTFの1DTにRF AOTFに印加するRF信号の周改数を制御し、AOT Fが正確に所望の彼長の光信号を選択できるように顕整 42は、温度の変化による選択液長のずれを計算して、 1は、発揮回路2.40から発振された信号の周波数の

2

[0138] 図25は、共仮器の温度依存性を示す図で ある。同図によれば、1DTの周期が20μm、対数が る。共振器の周波数は電気回路で検出すれば良いが、通 塾してやれば、精度の良い透過特性の制御を行うことが 200本の場合、20℃~70℃の広い範囲で、周故数 れば、共仮器の温度係数は、−14.1kHz/Cであ 定された共垣周故数に基づいて、RF信号の周故数を調 の変化がほぼ直線となっていることが分かる。 同図によ 常の共仮器の共版周波数を180MHzとして、1秒ゲ [0139] 従って、上記技術によれば、AOTFの表 面温度を非常に精度良く測定することができるので、改 と、1万分の1の精度で温度を砌定できることになる。 一トを使用して共仮器の共仮周波数を計測したとする

る選択故長の変化をRF信号の周故数を変えることで捕 優する点について述べたが、AOTFの温度を制御する この場合、ペルチェ寮子をAOTFの要面に近い位置に [0140] なお、上記では、AOTFの造度変化によ 配置し、温度を変化させることによって選択被長を制御 する。この場合、RF信号で制御するのとは異なり、避 で、経時劣化などによって、避択波長全体がずれを起こ ことによって、選択故長を制御することも可能である。 択波長全てをスライドするように放長シフトできるの している場合などに有効に使用できる。

[0141] 図26、27は、3段構成のAOTFの選 している。AOTFに生成されるSAWは理想的な正弦 彼ではないので、揺らぎが生じる。従って、周故数成分 にサイドローブが生じ、これにより、選択される改長に クロストークを生じる。AOTFで選択する波長が互い 図26、27において、AOTFによる踏択波長は4つ とし、3段構成のAOTFの各段に、同じ周波数成分を 持つSAWを発生させて、故長選択させる場合を前絶と **択特性の協らぎと揺らぎ防止対策を脱明する図である。** 

> た、温度センサもAOTFの表面の温度を正確に測らな 方法も贈しい。しかし、SAWがAOTFの表面を伝播 するものであって、AOTFの表面の温度に一番影響を 受けることから表面の温度を何らかの方法で正確に検出

する素子をAOTFの表面に散けることは難しい。ま

ければならないので、従来の温度センサでは、その設置

し、装面の温度に対応した適切なフィードバックをかけ

る必要がある。

は、3段構成のAOTFの格段に生じるSAWの位相差 に離れている場合には、サイドローブが非常に小さくな がない場合を示している。同図 (a) は、4 つのチャネ ず、進行波としてAOTF上を進行しているので、光信 で、本実施形態では、AOTFに印加するRF信号の位 相を制御して、ピート等を打ち消すようにする。 図26 ルを選択するために発生されるSAWが互いに位相差0 るので、クロストークの発生は無視できる程度となる り、出力される光信号のパワーがピートを生じてしま う。また、AOTFのSAWは定在放とはなっておら 号にドップラー効果による故長シフトを生じる。そこ が、互いに近接している場合には、クロストークによ 、となっていることを示している。

の縦軸をデンベル表示したものである。いずれも横軸は 特性を撮形スケールとデシベルスケールで示した もので [0142] 同図 (P) の①は、AOTFの選択波長特 性が時間とともにどのように変化するかを示したもので あり、波長特性の縦軸は線形スケールである。OIは、O 故長である。また、囚と囚はスルーポート国の故長遊択

の揺らぎを引き起こす。選択放長の時間の経過に伴う協 彼長遊択特性は、時間が経過するに従い、 揺らぎを起こ すことが分かる。この揺らぎは、対応する被長の光信号 をドロップしようとした時、選択政長の光信号のパワー らぎの様子を示したのが⑤であり、⑥は、スルーポート 関のドロップされた光波長のスルー個への溺れ具合を示 [0143] 同図 (b) の①~④から明らかなように、 したものである。

A O T F に単純に放長選択のための S A W を発生させた のでは、選択された故長のパワーに揺らぎが生じ、これ [0144] 同図 (b) から分かるように、3段構成の が大きくなると強度変調されている光信号のデータを正 常に受信倒で受信できなくなる可能性を示している。

ន

**防止する方法を示した図である。同図(a)に示される** 同図(b)である。〇一〇に示されるように、故長選択 [0145] 図27は、AOTFの選択特性の揺らぎを ように、本実鉱形態では、3段構成のAOTFで4つの チャネルを選択する場合、それぞれを選択するためのS AWの位相を周期的に変えてやる。このように、SAW 特性の時間経過による揺らぎが抑圧されているのが分か る。ここで図26と同様に①と②け故長遊択特性を統軸 時間経過による変化を重ね費きし、故長選択特性の縦軸 の位相制御を行った場合の改長選択特性を示したのが、 を破形スケールに保って示したものであり、囚と倒は、 をデシベルスケールで示したものである。

[0146] ⑤はドロップポートに出力される選択故長 のパワーレベルの変化を示した図である。同図(b)の パワーの揺らぎが枠圧されていることが分かる。 パワー **あは、図26(b)の⑤と比較すれば明らかなように、** のレベルはロデシベルから少し下がっているが、これ

待開平11-289296

620

は、ドロップボートに出力される光信号のレベル変化を SAWの位相制御で打ち消すことによって生じたロスで ある。また、GICは、スルーポートの選択波長光信号の **届れ具合を示したものである。** 

ることによって、ドロップされる光信号のパワーに生じ [0147] このように、SAWをAOTFに印加する 場合、3段構成の各段に発生するSAWの位相を制御す た、スルーポート回でも踏れ光が衝端に多くなったりす ることがなくなり、AOTFの故長選択特性が良くなる るピートを抑制することができることが分かった。ま ことが示されている。

することができる。従って、AOTFの被長選択時に生 じるピートを抑制して、強度変調された光信号をより正 【0148】このように、AOTFを単に3段構成にす るのみではなく、各段に発生するSAWの位相をRF信 **身の位相を制御することによって、変えてやることによ** oて、AOTFの故長選択特性をよりプレーンなものと 庭に受信することができるようになる。

ţ

[0149] 図28は、AOTF駆動回路の概略構成を 示す第1の例である。AOTF駆動回路を形成するに当 の発援器を必要とするだけ用意しておき、これらの発援 AOTFを駆動する方法が1つの駆動回路構成方法であ たり、RF信号の発振周波数に対応する固定発振周波数 RF信号を適宜選択してAOTFに加えることにより、

【0150】同図は、チャネル1用に発板器OSC1が チャネル3用に発仮器OSC3が、準備され、波長分割 多重システムで使用される全てのチャネルに対して、発 用意され、同様に、チャネル2用に発板器OSC2が、 仮器OSCnまで散けられている。

発振器であって、これらが発振する信号をディバイダで [0151] これらの発振器OSC1~nは固定周波数 それぞれ3つに分割し(AOTFは3段構成で、RF信 される。2つめは、図27 (a) の表にあるように、R F信号に位相遅延を与えるために位相遅延部が設けられ ている。同図の場合、1つの位相遅延部で与える位相遅 号を印加すべき I DTが 1 つの A OTFについて 3 つあ るとしている)、1つは、位相遅延無しでカプラに入力 低は120°となっている。

240°位相遅延を受けてからカプラに入力され、3段 [0152] 発版器OSC1からのRF信号は、ディバ 2段目のAOTF#2に印加される。また、ボート3か イダで分岐された後、ポート 1 から出力されるRF信号 は位相遅延無しに、カプラに送られ、1段目のAOTF は、120°位相遅延を受けた後、カプラに入力され、 ら出力されるRF信号は、120°の遅延を2回受け、 #1に与えられる。ポート2から出力されるRF信号 目のAOTF#3に印加される。

[0153] 同様に、チャネル2選択用の発援器OSC 2から出力されるRF信号は、ディバイダで分割された

S

後、ポート1から出力される信号は位相遅延を受けずカ プラに入力され、AOTF#1に印加される。ポート2 から出力されるRF信号は、240°の位相違延を受け て、カプラに入力され、AOTF#2に印加される。ポ ート3からのRF信号は120°の位相遅延を受けて、 カプラに入力され、AOTF#3に印加される。

[0154] チャネル3用の発板器OSC3からのRF 信号はディバイダで分岐された後、ポート1~3のいず れの信号も位相遅延を受けることなく、1~3段のAO TF#1~#3に印加される。 [0155]後は、同様に、上記発版器OSC1~OS C3までの位相遅延の仕方を繰り返し、発振器OSC n までをカプラに結構し、1~3段までのそれぞれのAO TF#1~#3にRF倡号が印加される。

はいえず、また、選延線はRF信号の波形が崩れる恐れ [0156] 位相遅延卸としては、ケーブルを長くする か、遅延線を使用する等が考えられる。ただし、トラン スを使用した場合には、信号を取り出す位置によりイン があるので、本実施形態においては、ケーブルを長くす ることによって位相選延を与えている。ケーブルを使っ 40° 遅延を与える場合には、70cm余分に長くして とか、トランスを設け、信号を取り出す位置を変えると ピーダンスが異なったりするので、あまり、好ましいと た場合、RF信号が170MH2の場合、120。 遅延 やればよい。ただし、他の方法であっても、それぞれの 欠点を解消するような方策をとれば、使用することがで を与えるには、35cm余分に長くしてやればよく、2

を示す第2の例である。図28の場合には、どのような 故長の光信号をもドロップすることができるように、各 [0157] 図29は、AOTFの駆動回路の概略構成 チャネル用の発板器を全て用意していたので、ドロップ する光信号の波長が、対応しない発振器は、散けられて いるにも関わらず、使用されない状態となってしまう。 つまり、無駄な発振器を用意していることになる。

数を変化させることによって、対応するような回路構成 [0158] ところで、電気信号の発振器は通常発振周 **设数を変えることができるようになっているので、発援** する光信号の故長が変わったときには発版器の発振周波 器をドロップする彼長の数だけ用意しておき、ドロップ も可能である。このような構成の概略を示したのが同図

展開のSC1~0SC8から出力されるRF信号は、3 バイダによって3つに分岐される。このようにして後段 のディバイダによって3つに分けられたRF倡号は、そ [0159] ここでは、ドロップされる光信号の波長数 は8個であると決められているとする。この場合、発援 器はOSC1~OSC8の8つのみを散けておく。各発 段のAOTFのいずれかに印加するためにディバイダで 三分岐され、三分岐されたRF信号は、更に後段のディ

れぞれ位相遅延無し、120。位相遅延、240。位相 遅延の三種類とされて、スイッチに入力される。 スイッ Fは、AOTFで選択すべき故長の数等から発振器OS C 1 が# 1~# 3のAOTFの各段に印加するべき位相 を選択するためのものである。

【0160】同図では、光復器OSC1に対応する構成 のみが示されているが、他の発振器OSC2~0SC8 に対応する構成もまったく同じである。このように構成 することにより、各発損器のSC1~0SC8が発援す ~#3に加えることができるので、発板器OSC1~O SC8の発振周波数が変わった場合にも、AOTFに適 切な位相制御を行ったRF信号を印加し、選択された波 るRF 信号を所望の位相蓋を付けて各段のAOTF#1 長の光信号のパワーのピートを平滑化することができ 【0161】また、上記説明では、位相遅延量は120 単位であったが、設計上最も良い位相遅延量を設定す べきであって、本実施形態のように必ずしも120°に 限られたものではない。

ステムのシステム設計を説明する図である。WDM伝送 (EDFA) が実用段階にある。しかし、現在世界的に [0162] 図30は、OADM装置を含むOADMシ システムに適用する光アンプとしては、1. 5μm帯に **広い担急帯域を持つエルアウムドープンァイバアンプ** 

関効果 (XPM) の2つである。SPM、XPM共、伝 最も普及している既設の1. 3μm帯容分散シングルモ ードファイバ (SMF) 伝送路上で1. 5μm帯信号の 高速伝送を行う場合、あるいは使用故長帯域で分散値が -DSF) 伝送路を用いる場合、伝送路の改長分散特性 あるいは分散特性と光ファイバ中で発生する非線形効果 の相互作用で伝送波形が蚕む。WDM伝送システムで分 散特性との相互作用で被形劣化を引き起こす非線形効果 は、伝送故長が1故長の場合にでも発生する自己位相変 調効果 (SPM) と多波長の場合に発生する相互位相変 昇でないnon-zero-dispersion shifted fiber (NZ 送光信号に波長チャーブを起こさせるものである。

[0.163] これら光ファイパの分散特性に起因する影 このため何らかの方法でこれらの影響を抑圧する必要が 習は伝送速度、伝送距離を制限する大きな要因となる。

[0164] 抑圧する方法として、伝送路で発生する分 数と逆符号の分散を有する分散補償器を伝送路に揮入

\$

5。分散補質器としては、ファイパグレーティングを用 いたもの、光干渉計を用いたもの、伝送路と逆の分散特 性を持つ光ファイバを用いたもの等様々な方法が投案さ **たている。また、送信部で予めプリチャープをかける方 缶(ベースパンド信号の光強度変闘成分以外に改長分散** による広がりを抑圧するために光位相または光周波数変 類を意図的に施す方法)、プリチャープと上配分散補償 し、全伝送路の分散を小さくする方法が提案されてい

器との組み合わせで行う方法が提案されている。

れるため、波長によって伝送ルートが異なる。この場合 [0165] 実システムにおいては、使用する伝送路の これらばらつきが生じた場合でも伝送特性に影響を与え クにおいては、各故長は任意のノードで、分岐、挿入さ 分散値、非線形係数、非線形効果の効率に大きく影響す ない方法を適用する必要がある。また、光波ネットワー る各波長の伝送路入力光パワー等にばらつきが生じる。 にでも伝送品質を保持する必要がある。

[0166] 従って、本実施形態では、プリチャープと 分散補償器とを組み合わせ、さらに分散補償機の挿入位 置、分散補償量、送信部でのプリチャープ量 (αパラメ 一タ)の最適化により問題を解決する。

2

分散補償手段の補償量は、例えば、一100ps/nm テムは、同図 (a) に示されるように、送信卸と受信部 れた光佰号がマルチプレクサMUXによって改長多重さ され、分散補償手段によって分散が補償されてから再び 光アンプで増幅されて、伝送路に送出される。伝送路の DMノードが1つ入れられている。)の場合、送信部の [0167] 以下に、具体的に説明する。OADMシス の聞を伝送路で結び、伝送路中に、光アンプや分散補償 送信節は、各艦気信号を改長11~1nまでの光信号に 変換するE/O装置が設けられ、これらによって生成さ れ送出される。波長多盟された光信号は光アンプで増幅 分散量を16ps/nm/kmで、80kmで(光アン プ間やOADM装置間等ノード間の伝送路のことをスパ ンと呼ぶ)、4スパン(送信局と受信局の間にノードが 3つ入っている構成を示す。同図の場合、ノードとして 2つの光アンプと分散補償手段の組み合わせ2つとOA である。また、途中に入れられるノードとしての分散補 **貸手段の分散補償量は例えば−1200ps/nmであ** る。受信節は、光アンプに快まれた分散補償手段と、波 異多直された光信号を分故するデマルチプレクサDMU Xと、分故された故長の光信号を亀気信号に変換するO /E装置とからなっている。ここで、受信部の分散補貨 のとき、受信部でのトレランスは±200ps/nmと 手段、OADMノードが接続された構成となっている。 **手段の補償量は例えば−1200ps/nmである。** 

[0168] このように、各分散補償手段の分散量を設 定してやると 8 0 k mを 4 スパン伝送する改長分割多重 システムにおいては、最適な分散補償をすることができ る。同図(b)は、分散補償手段を構成する場合の光ア ンプとの組み合わせの変形例を示した図である。

Ş

【0169】同図 (b) 上段は分散補償手段が非線形効 る。先ず、分散補償手段のロスを補償し、しかも分散補 所定のアペルまで光信号のフペルを増幅する前段光アン 貸手段内で非線形効果が起こらないようにするために、 果を示しやすく、しかもロスが大きい場合の構成であ

引は、分散補償手段に入力され、分散補償される。分散 って、例えば80km伝送し、次の光中椎器まで光信号 **補償手段から出力された光信号は、後段の光アンプによ** を送信するのに必要なレベルまで増幅される。

特閒平11-289296

(22)

は、増幅されないまま分散補償手段に入力され、分散が 分散補償手段のロスが小さいので、分散補償手段を通過 【0170】同図(b)中段は分散補償手段のロスが小 した後の光信号のレベルがあまり小さくなっていないの で、後から光アンプで増幅してもSN比をあまり悪くす 補償されてから、光アンプで増幅される。この場合は、 さい場合に可能な構成である。 伝送されてきた光信号 ることない。

【0171】一方、同図(b)下段は、分散補償手段が ファイパグレーティングを使ったもののように非線形効 果をあまり示さない場合に可能な構成である。この場合 には、光アンプで光信号を増幅してから分散補償手段に い信号となるが、分散補償手段が非線形効果をあまり示 さないので、非線形効果による故形劣化を招く恐れがほ とんどない。従って、先に光アンプを設けることが可能 である。このとき、分散補償手段のロスが大きくても先 入力している。光アンプで光信号は非常にパワーの大き に光アンプで増幅しているので、分散補償器を通過した 後でも十分なSN比を維持することができる。

[0172]分散補償手段としては、分散補償ファイバ **定値より小さいレベルまで光信号を増幅し、分散補償後** 再び遠くまで伝送するために光パワーを挙げてやる必要 を使うことが一般的であるが、分散補償ファイバは、ロ り大きいと非線形効果を示すので、入力する前には、所 がある。従って、分散補償ファイバを分散補償手段とし スが大きく、しかも入力する光信号のレベルが所定値よ て使用する場合には、同図(b)の上段の構成を使用す るのが好ましい。

[0173] 図31は、OADM装配部分の分散補償の ための構成を示す図である。OADM装置では、ドロッ プされる光信号に対しては、図30の送信部から受信部 に送信される光信号と同様に分散補償を受けられるよう に分散補償器を配置し、トリピュータリ局に送信するよ り、トリビュータリ局からOADM装置を通って受信部 に送信される光信号は、図30の送信部から受信部に送 うにする。一方、アドされる光信号に対しては、やは

信される光信号と同様の分散補質が受けられるように構 [0174] 同図 (a) では、送信側から伝送されてき た光信号は、図30の伝送路中に設けられる分散補償手 有する分散補償手段によって分散補償され、OADM装 置に入力する。スルーする光信号は、OADM装置がな 段の分散補償量と同じ—1200ps/nmの補償量を かったようにそのまま伝送されていく。一方、ドロップ

ドロップされトリビュータリ周に送信されるので、トリ される光信号も-1200ps/nmの補償を受けて、 S プを設ける。ここで、所定のレベルまで増幅された光信

3

**初四平11-289296** 

ビュータリ扇で受信されるときは、図30の送信部から 受信部にスルーして受信される光信号と同じ分数値値を 受けることができる。一方、アドされる光信号は、アド ボート頃に、図30では、送信器に設けられていた - 7 00ps/nmの補償量を有する分数補償手段に対応す ろ分数値偏手段が設けられる。従って、トリビュータリ 局からそのまま送出された光信号は、アドボート回の分 数値信手段によって、図300送信部でうける確償に対 たする分数値値を受けて0ADM装置でアドされること になる。アドされた後は、他の光信号と同じように分数 10 補償されるので、トリビュータリ局からアドされる光信 号も、受信側に送信されるときには、図300送信部か 与受信部にスルーして送信されると言い。図300送信部か ち受信部にスルーして送信される光信号と同談の分数値 値を受けて伝述される。

である。OADM装置の中には、光信号をドロップする ためのAOTF等の分岐回路と、光信号をアドするため ドは光カブラ等で行うという構成をしており、図5~図 [0175] このように、OADM装置をスルーする光 OADM装置の前段には、補償量~1200ps/nm 信号も、アド・ドロップされる光信号もそれぞれの娼局 に伝送される間に同じような仕方で分散補償されるよう 【0176】同図 (b) は、OADM装置の別の構成例 ドロップされる光信号も、図30の送信部から受信部に の分散補償手段が設けられており、アド側には、-70 (b) の構成は、AOTFをドロップ専用に使用し、ア の光カプラ、AOTF、あるいは合波器等の挿入回路と が設けられている、同図 (a) で述べたように、アド・ 0 ps/nmの分散補償手段が設けられている。同図、 スルーする光信号と同じように分散補償をするために、 に分散値質手段をネットワークに組み込むようにする。 12に示したOADM装置の具体的構成に対応してい [0177] 図32、33は、送信部、受信部、及びOADM装置のアド頃、ドロップ頃に設けられる分数補償年段の掲成例を示す図である。送信部、受信部及びOADM装置のアド間、ドロップ頃は、伝送路の経時劣化や税損回復による耐入れ等により補償量を関盤できることが好ましい。そこで、分数補償手段を補償量の可変な構成とすることが有力である。

[0178] 図32(a)は、1~nの治復量の異なる 分数値信手段(例えば、分数値筒ファイバ)を設け、入 力された光信号を光カプラで等しく分岐し、光スイッチ を名分数値貨手段毎に設けておいて、いずれかの分散植 賃手段を選択するようにする。従って、光信号は、1~ nの異なる値信量を有する分散値値手段のいずれかを通 って出力されることになり、最適な分数値信手段を選択 することにより、伝送路の伝送特性の変化に対点すること とができるようになる。 [0179] 図32 (b) は、1~nの異なる補償盘を有する分散補償手段を設けると共に、出力側に1×n光 50

スイッチを設けている。このようにすれば、1~nの分数組債手段それぞれに光スイッチを設ける必要がなくなる。入力された光信号は、光カプラで分岐され、全ての分数組債手段に等しく入力され、分数補償されるが、1 ×n光スイッチで、最適に分数補償された光信号を選択して出力するようになっている。 [0180] 図33 (a) は、入力関に1×n光スイッチを設け、1~nの分数補償手段のいずれか1つ、最適に分数補償することのできる分散補償手段に光信争を入力するように構成されている。1×n光スイッチで光路が遊択された光信号は、対応する分数補償手段を通過して、光カプラを介して出力される。

[0181] 図33(b)は、光カブラを使用する代わりに1×n光スイッチを使用する得成倒を示している。入力した光信号は1×n光スイッチで光路が決定され、入力した光信号は1×n光スイッチで光路が決定され、1~nのいずれかの分数補償手段に入力される。出力回の1×nスイッチは、光信号が入力された分数補償手段からの光信号を通過させるように光路をスイッチング

し、光信号を出力させる。

10182] 図33の構成は、図32の構成に比べ、光信号のパワーの減少を少なくすることができる。すなわち、図32では、入力された光信号は、実際に分散補償手段に入力されるか否かに限らず、等しく分割されてしまうのでパワーは、分割数分の1となってしまう。しかし、図33の構成では、入力した光信号は1xnxイッチにより、1~nのいずれかの分散補係手段に全てのパワーが送られることになるので、実際には使用されない光路に光信号のパワーを分割して送出してしまうことが、光路に光信号のパワーを分割して送出してしまうことが、光路に光信号のパワーを分割して送出してしまうことが、光路に光信号のパワーを分割して送出してしまうことが

30 [0183] 図34~37は、分数価値するための構成 の変形例を示した図である。図34は、光スイッチまた は、光カブラ340を使用した例であり、補償量が同 じ、あるいは、異なる分数補償フォイバ等の分数補償率 段を直列に接続し、分数補償平段を複数通過させること により、光信号の分数補償を及適化してやろうというも のである。入力した光信号は、分数補償平段を通数通過させること により、光路号の役段に設けられた光スイッチ341 により、光路が変えられ、光スイッチまたは光カブラ3 40~と送られ、出力される。どの光スイッチで光路が 90かかえられるかにより、通過する分数補償年段の数が 異なるので、補償される分数の量も異なってくる。

[0184] 図35は、迂回路を作って、光信身が通過 する分数値段手段の数や経頻を変えてやる構成である。 入力した光信号は、光スイッチ350によって次段の分 数値質手段を迂回するか通過するかが切り換えられる。 直列に接続されている分数値値手段のそれぞれの前段に は、光スイッチ350が設けられており、各光スイッチ の次段の分数値信手段を光信号に通過させるか否かが決 定できるようになっている。同図の構成の場合には、迂 回路が形成されているため、後段に設けられている分数

**艦貸手段に光信号を通過させるのに、前段の分散補償手** により、最も良く分散補償された光債号を光スイッチま たは光カブラ361に送ることができる。 光スイッチま り、光信号が分岐されるようになっている。この構成に たは光カプラ361からは、このようにして選択された 段を通過させる必要がないので、分散補債手段によって [0185] 図36は、図34の変形例である。 各分散 よれば、同構成で可能な分散補償量の種類を受けた全て の光信号が、それぞれの光スイッチ360まで送られて きており、光スイッチ360の内1つを聞いてやること る。ただし、この構成では、光信号が光スイッチまたは 光カプラ361に送られるか否かに関わらず、光カプラ 362によって分岐されてしまうので、後段の分散補償 手段に入力される光信号ほどパワーが小さくなってしま 歯貨手段の後段には、光カプラ362が設けられてお 最も良く分散補償された光信号を送出することができ 値貸する分散補償量の大小をより自由に設定できる。 うという性質がある。

[0186] 図37は、図36の更なる変形例である。 各分散補償手段の後段には光カブラ370が投けられて おり、各分散補償手段によって分散補償された光信号が ポスイッテ371に入力される。光スイッチはさまざま な分散補償を受けた光信号のうち長も良く分散補償され た光信号を選択して出力する。この場合にも、光信号 は、分散補償手段を概次通過するうちに、その後段の光 カブラ370で分岐されてしまうことにより、パワーが 小さくなってしまうという性質を持っている。

[0187] 図38、39は、分数補償と被形劣化特性について示した図である。図38は、10Gbpsで、8改多直した場合において、80kmを4スパン伝送したときの被形劣化を示している。伝送路(シングルモードファイバ;SMF)への入力光パワーは19キキル当たり平均で+10dBm、送信局回でaパラメータ=10ブリチャーブを行っており、送信局では分数補償ファイバを使用せず、中様路と受信局で同じ大きさの分数補償量を持つ分数補償ファイバで分数補償している。

[0188] 1S1劣化とは符号関于渉による劣化量のことであり、信号の振幅方向の劣化を衰している。1S1劣化は、0%に近いほど良い。位相マージンは、光信号のオン/オフパターンの時間方向のすれの量など、光信号のは指方向の劣化量を衰すものであり、100%に

[0189] 今、光信号の劣化量の許容範囲を151劣化が10%、位相マージンが70%であるとする。同図の上から突出しているグランの151劣化が10%であるお分ではつ個が、いずれのチャネルに対してもほぼ1000~1200ps/nm/unitの範囲にあることが分かる。一方、同図の下から突出しているグランの位相マージンが70%である部分の幅が、いずれのチャネルに対してもほぼ1150~1300ps/nm/u

nitの範囲であることが分かる。 [0190]上配両者の範囲の重なった部分が、分散植 債量のトレランスである。このトレランスが広いほうが 員いのであるが、同図では、非常に狭いことが分かる。 図39は、図38の条件において、送信局で受信局と同 じ量の分散補償をしており、中継器は送信局や受信局と同 び数補償量の2倍の分散を行っている。また、送信局で は、送信局でログライフ・コートのブリチャーブを行っ

[0191] 同図ではトレランスの広がりがわかりにくいが、送信頃で分数補償を行うとともに、ロバラメータが正のブリチャープを行うことによって、分散トレランスを広くすることができる。

[0192] これをわかりや十く示したのが図40である。図40は、位相マージンが70%以上である場合の分数トレランスを示した図である。

(

[0193] 同図 (a) は、送信回でaパラメータ=+1のプリチャープを行った場合を示し、同図 (b) は、送信回でaパラメータ=-1のプリチャープを行った場合を示す。回図は、10Gbpsの伝送速度で、16政政長多重し、4スペン伝送したものである。同図では、グラフの上方に位相マージンが70%以上を遺た十上段が示されており、グラフの下方に下段が示されている。この上限と下段の関が分散トレランスである。同図

(b) のように、送信園で負のブリチャーブを行った場合には、上限と下限がほとんどくっついてしまい、トレランスがほとんどないことが示されている。これに対し、回図 (a) のように、送信園で正のブリチャーブを行った場合には、上限と下限に絡があり、分散トレランスが大きくしたうことは、中様器(インラインアンブ)の分散補信金を一定に保っていても、伝送路のスパンの長さの変化によらず同じ伝送枠性で光信号を伝送することができることを示している。これは、光信号の分域、挿入化食体のの割入れ等によって、伝送路のスパン房が変わってしまったり、伝送路の大さってしまったり、伝送路分化により伝送路の長さは同じでも光信号の感じる光路長が長くなってしまったりに毎台にもインテインアンプの分散結婚組を変えずに済む肝容量が大きいということであり、実際のシステムを結算す

4

る上で有利になる。 [0194]以下に、OADM装置を使ってネットワークを構築する際に必要とされる冗長構成 (パスプロテクション) の構成的を設明する。図41は、2ファイバBLSRのOADMノードの構成を示した図である。

10.1951 同図では、3.2版を含血する数長分割多面システムを前提に提明する。BLSRでは、2ファイバで上り伝送路と下り伝送路の元長化を行うため、波長チャネルの半分を現用(Work)、残り半分を予備(Protection)として使用する。例えば、同図では、函から東へ

の通信には、故長よ1~よ16を現用として使用し、東

20

から西への通信には、波長117~132を現用として

【0196】正常時は、西から来た光信号は、1×2カ dd/Drop郜412に入力される。 波畏Add/D r o p 部 4 1 2 から出力される光信号は、光ループパッ クスイッチ413を通って1×2カプラ414を介して 伝送路に送出される。同様に、東から西に光信号を送信 する場合には、1×2カプラ419から光ループパック に入力される。故長Add/Drop部417では、故 改長11~116までを現用として使用している放長A スイッチ418を介して波長Add/Drop部417 艮117~132を現用として使用している。 波長Ad ブバックスイッチ416を介して、1×2カブラ415 を通って、西側に送出される。 なお、故畏 11~116 と波長117~132は、それぞれ同じ情報を常に運ん d/Drop節417から送出される光信号は、光ルー ブラ410から光ルーブバックスイッチ411を通り、

ル切断が起こり、西側へ光信号を送信できない、あるい [0197] ここで、図42に示すように西側にケーブ は、西側から光信号を受債できなくなったとすると、東 関から送られてくる被長 11~116の予備回線が被長 **助417の現用装置により処理されるようになる。すな** 故長117~132の現用回線が故長Add/Drop わち、東明から送られてきた光信号は、1×2カプラ4 光ループパックスイッチ411は、西側からのパスを切 が切り換えられ、1×2カプラ414から東側へ送出さ Drop部412は、故長11~116の光信号を現用 の装置で処理し、光ループパックスイッチ413と1× 2カプラ414を介して東側へ送出する。1×2カプラ 4 1 9 からのもう一方の光信号は、光ループパックスイ ッチ418を介して故長Add/Drop部417に入 C、出力する。 波長Add/Drop酢417から出力 された光信号は、光ループバックスイッチ416で光路 断し、1×2カプラ419からの光信号を改長Add/ Add/Drop節412の現用装置により処理され、 Drop部412に送信するようにする。 放長Addノ 19で光ループパックスイッチ418に送られると共 に、光ループバックスイッチ411にも送られている。 力され、波長117~132までを現用装置で処理し

が生じた場合は、上記説明と同じであって、ただし、光 ループバックスイッチ418が上記説明の光ループバッ クスイッチ411の動作をし、光ループパックスイッチ 413が上記説明の光ループパックスイッチ416の勁 [0198] 図43に示すように、東側にケーブル切断 作をするようになる。

EAdd/Drop部417では、現用と予備を入れ換 [0199] 同図のように、波艮Add/Drop部4 2で現用として使う故長と予備として使う故長とを故

えて使用することにより、ケーブル切断が生じて、光信 **导の折り返しが必要になった場合に、光信号の波長変換** を行う必要がなくなる。従って、装置の構成を簡単化で き、コストの低減に寄与するところが大きい。

[0200] 同図のような装置構成は、BLSR (Bidi うに、リング状のネットワーク(図44、45╋照)に rectional Line Switch Ring ) という名前が示すよ おいて採用される。

したOADM/ードと同一の状態にある。図45はOA DMノードAの西側で光ケーブル断が生じた場合のリン MノードAでは、図42のようにループパックスイッチ 411、416が切り替わる。また、OADM/ードD 【0201】図44は、正常時のリングネットワークを 示す。OADM/ードA、B、C、Dは図41にて脱明 グネットワークの構成を示す図である。この場合OAD では、図43に示すようにループバックスイッチ41 3、418が切り替わる。

/一ドの構成を示す図である。4ファイバBLSRにお [0202] 図46は、4ファイバBLSRのOADM 西側から東側へ向かう回線には、現用の故長Add/D が設けられ、東個から西側へ向かう回線には、現用の波 長Add/Drop部431と予備の改長Add/Dr 要はなく、32故すべてを現用として使用することがで op部432が設けられている。また、4ファイバBL り、例えば、32故のチャネルを現用と予備に分ける必 いては、波長Add/Drop部も2重化されており、 SRにおいては、伝送路も現用と予備が設けられてお きる。

[0203] 1+1プロテクションにおいては、現用伝 送路と予備伝送路に常に同じ情報が疏されている。通常 ョンスイッチ425では、現用回線と予備回線の切り替 動作では、西側から入力された光信号は、光ループパッ +1プロテクションスイッチ425から出力された光信 号は、それぞれ現用の波長A d d ∕ D r o p 節423あ クスイッチ426、427を通過し、光1+1プロテク ションスイッチ425に入力する。光1+1プロテクシ えを行う。一般に、現用の故長Add/Drop餠42 3 には、SN比の良い回線の光信号が入力される。光1 れ、処理された後、光1+1プロテクションスイッチ4 るい1mmの改長 Add/Drop節424に入力さ

2.2に入力される。光1+1プロテクションスイッチ4 2 2 では、現用と予備の切り替えが行われ、出力された 光信号は、光ループパックスイッチ420、421を介 ブパックスイッチ434、435及び光1+1プロテク [0.204] 財倒から西倒へ送られる光信号は、光ルー して東側へ送出される。

ションスイッチ433を介して、それぞれ現用波長Ad d/Drop部431及V予備放長Add/Drop節 432に入力されて、処理される。現用及び予備の故長

プパックスイッチ428、429を介して西側へ送出さ

[0205] 図46のOADMノードによりリングネッ トワークを構成した場合の例を図47に示す。図46の / 一ドの西側のケーブルがすべて切断などにより使用で きなくなった場合には、このノードで折り返し転送が行 現用の波長Add/Drop部431から出力された光 われる。東側の現用回線から入力した光信号は、そのま **間号は、光1+1プロテクションスイッチを介して光ル** ープパックスイッチ428に入力されるが、西側へは送 予備回線を使って東側へ送信される。一方、東側の予備 回線から入力された光信号は、西側のケーブル切断等に スイッチ426は、転送されてきた光信号を光1+1プ ロテクションスイッチ425を介して現用の波長Add /Drop節423に入力する。この光信号が現用の波 長Add/Drop都423から出力されると、光1+ より、光ルーブバックスイッチ435によって、光ルー プパックスイッチ426に転送される。 光ループパック 1 プロテクションスイッチ422、光ループパックスイ ま現用の波長Add/Drop部431に入力される。 借されず、光ルーブパックスイッチ421~転送され、 ッチ420を介して東側へ現用回線を使って送信され

420が、光ルーブバックスイッチ435と426の駒 説明に対応する。 東側のケーブルがすべて使えなくなっ た場合は、上記説明と同様であって、ただし、光ループ パックスイッチ428の動作を光ループパックスイッチ

に、現用の故長Add/Drop部423が故障し、西 説明に対応する。 4ファイバBLSRでは、現用の被長 きは、東側の現用回線から入力された光信号は、現用の Add/Drop部の故障と伝送路の切断が同時に起き ても対応することができる。例えば、図49に示すよう 側へ向かう現用回線が同時に切断されたとする。このと 放長Add/Drop餠431を介して光1+1プロテ れ、光ループパックスイッチ429を介して西回へ送出 は、光1+1プロテクションスイッチ425℃予備の設 パックスイッチ420に送られ、現用回線を使って、取 ■Add/Drop部424に浴られる。予値の改長A d d / D r o p 部 4 2 4 から送出された光信号は、光 1 +1 プロケクションスイッチ422によって、光ループ クションスイッチ430でパスが予備回に切り換えら される。一方、西側の現用回線から入力された光信号

22 なった、あるいは、現用の波長Add/Drop部が使 [0208]このように、伝送路の現用回線が使えなく

特阻平11-289296 えなくなった場合には、光1+1プロテクションスイッ (36)

[0209] 図50は、1つのファイバで両方向伝送を 行うシステムにおける2ファイバBLSRのノード構成 である。同図の構成では、現用回線の東側から入力した 光倡号は、BD-WDMカプラ440で分岐され、光ル ープパックスイッチ442を介して現用波長Add/D r o p部のうち、彼長117~132を扱う(彼長多重 で、BD-WDMカブラとは、Bi-Directional-WDM カプラという意味である。装置444から出力された光 信号は光ループパックスイッチ446を介してBD-W 故長11~116を扱う装置443に入力される。装置 数を32と仮定している)装置444に入力する。ここ に送出される。一方、現用回線を介して西側から入力し た故長11~116の光信号は、光ルーブパックスイッ チ441を介してBD:WDMカプラ440で西向きの DMカプラ447に入力され、現用回線を使用して西側 443から出力される光信号は、光ループバックスイッ チ445を介して現用の波長Add/Drop郁の内、 チ430が現用と予備を切り替えて障害を克服する。

[0210] このように、1つのファイバで両方向伝送 を行う場合は、互いに逆方向に伝播する光信号の干渉が 例えば、同図では、西から東へ向かう倡号を改長11~ 116とし、東から西に向かう信号を被長117~13 大きくならないように、異なる政長を使うようにする。 2としている。

[0211] 通常時における予備側の動作は、現用側の **すなわち、西から東へ向かう光信号の波長は117~1** 32であり、東から西へ向かう光信号の故長は11~1 動作と同じであるが、使用される波長が異なっている。 16となっている。

予備回線を使って、BD~WDMカプラ448に入力さ ドの西側の伝送路が現用も予備も使用できなくなったと する。すると、故長11~116の光信号は、東側から た、光ループパックスイッチ450希介した光ゲーグパ ックスイッチ445に転送される。 光ループバックスイ Drop部の改長11~116を処理する装置443に プパックスイッチ441を介してBD-WDMカプラ4 入力する。装置443から出力された光信号は、光ルー ッチ445は、転送された光信号を現用の波長Add/ 40に入力され、東側へ現用回線を使用して伝送され [0212] ここで、図51に示すようにOADM/ ÷

資444に入力され、処理される。装置444から出力 【0213】一方、東側から現用回線を使ってBD-W DMカプラ440に入力した、改長117~132まで の光倡号は、光ループパックスイッチ442を介して装 された光信号は、光ループパックスイッチ446で、光 ループパックスイッチ449に信送され、BD-WDM カプラ448を介して、予備回線を使って東側へ送出さ

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

20

A d d / D r o p 部 4 3 1 、 4 3 2 から出力された光信 身は、光1+1プロテクションスイッチ430、光ルー 光信号と合波されて現用回線を東向きに伝送される。

【0206】図48のOADM/ードAの動作が以上の 作を光ループパックスイッチ427と434が行う。

[0207] 図48のOADM/ードDの動作が以上の

8

**核関平11-289296** 

ន

[0214] また、図52に示すようにOADM/ード い、光ループパックスイッチ446と449の動作を光 の東個の伝送路が現用、予備共に使えなくなった場合に は、上記と動作は同じであるが、光ループバックスイッ チ450の動作を光ループパックスイッチ453が行 ルーブバックスイッチ441と453が行う。

[0215] 図53は、図50のOADM/--ドを用い た、図54は、OADMノードAの西回でケーブル断が ードAでは、図51と同様にループパックスイッチ44 ードDでは図52と同様に、ループパックスイッチ44 生じた場合の例を示す図である。この場合、OADMノ 5、446、449、450が勁作し、またOADM/ てリングネットワークを構成した場合の図である。ま 1,442,453,454が動作する。

又は0C-48、0C-12等に対応したフレーム構成 1~132の光信与は、北米SONET OC-192 [0216] なお、図41~図53において説明した1

[0217] 図55は、光1+1プロテクションスイッ チの構成例を示した図である。 OADMノードは光1+ 1 プロテクションスイッチによって冗長化がなされてい るが、光1+1プロテクションスイッチが故障した場合 には、冗異化が機能しなくなるので、光1+1プロテク ションスイッチそのものも冗長化しておくのが好まし

び送出される。

ន

チ462~465を通過した光信号は、2×1カプラ4 3、465のいずれかを開いた状態にし、もう一方を閉 [0218] 入力側から入力された光信号は、2×1カ トスイッチ462~465に入力される。ゲートスイッ 66、467から出力側に出力される。2×1カプラ4 ブラ460、461によってそれぞれ2分岐され、ゲー 66と467の内、いずれかが故障した場合には、ゲー て、光倡号を送り出すようにする。また、2×1カプラ 460、461のいずれか一方が故障した場合には、ゲ トスイッチ462、463か、ゲートスイッチ464、 465のいずれかを聞いた状態にし、もう一方を閉じ **ートスイッチ462、464か、ゲートスイッチ46** じて、光信号を送出するようにする。

[0219] このように、ゲートスイッチ462~46 61、466、467のいずれかが故障しても対応する 5を切り替えることによって、2×1カプラ460、4 ことができる。

[0220] 図56は、光伝送路において、再生器をど

ンプ470-1~470-4が設けられ、これら光アン プ470-1~470-4を所定数中継した後再生器4 る。同図(a)に示されるように、光伝送路には、光ア のように挿入するかに関する考え方を説明する図であ 7.1で光信号の再生を行う。

[0221] 同図 (b) には、光アンプ470-1~4

70-4を中継される間の光信号のレベルの変化とSN 光の劣化の様子を示している。同図(b)に示されるよ 4でそれぞれ増幅され、伝送路を伝播するに従って核費 するということを繰り返している。従って、光信号のレ ベルのみに着目すれば、伝送路に適当な間隔で光アンプ を配置しておけばよい。しかし、同図 (b) のSN比の グラフに示されるように、光アンプでは、光信号にAS E (Amplified Spontaneous Emission) というノイズ が積み重ねられていくので、SN比は徐々に悪化してい く。SN比の劣化は、劣化すればするほど悪化の仕方か 小さくなっていくが、そのような状態になると光信号の 情報を正確に読み取ることができなくなってしまう。従 って、SN比が悪くなりきらない内に、再生器471を 7.1は、受債した故長多重された光信号を各被長に分故 し、各政長毎に光受信器ORで光受信し、3R処理を行 って電気信号を生成し、この電気信号で光送信器OSで 光信号に変換して送出する。各該長毎に再生された光信 号は互いに合該されて故畏多重光信号として伝送路に再 うに、光信号のレベルは光アンプ410-1~470-使って光信号の再生を行わなくてはならない。 再生器 4

直線型のネットワークでは、所定数の光アンプを通過し が、リングネットワークであって、しかも冗長化がなさ れている場合には、予備のパスが使用された場合におい ても、所定数の光アンプを通過したら再生器を散けるよ 予備のパスを使用した場合には上手く行かない場合が生 じる。従って、5つの以下の光アンプ、例えば、3つを 早めに光信号を再生することになり、また、高価で構成 になるが、これは、ネットワークのパフォーマンスとコ の複雑な再生器をより多くネットワークに組み込むこと うに、再生器の配置を最適化する必要がある。一般に、 【0222】このような再生器471を設ける方法は、 たら、そこに再生器471を設けるようにすればよい 5つ光アンプを通過した後、再生器を入れるとすると、 通過したら再生器を入れるようにする。これによれば、 ストを鑑みて最適化されるべきものである。 [発明の効果] 本発明によれば、回路構成が簡単で、安 面な任意改長型OADM装置及びシステムを構築するこ とができる。

[0223]

## 【図面の簡単な説明】

40

[図2] 実際のAOTFを使用してOADM装置を構成 [図1] AOTFを用いたOADM装置の基本的原理を する場合の基本的構成例のプロック図である。 **示す図である。** 

[図3] AOTFを使ったブロードキャスト対応のOA [図4] OADM装置内のAOTF及び伝送路の冗長構 DM装置の構成例を示すプロック図である。

【図5】AOTFを使用したOADM装置の具体的構成 成を示す原理的図である。 ည

0第1の例を示す図 (その1) である。

[図6] AOTFを使用したOADM装置の具体的構成 の第1の例を示す図 (その2) である。

[図8] AOTFを用いたOADM装置の具体的な構成 [図7] AOTFを用いたOADM装置の具体的な構成 カ第2の倒を示す図 (その1) である。

の第2の例を示す図 (その2) である。

[図10] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成 [図9] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成の 第3の例を示す図(その1)である。

[図11] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成 の第4の例を示す図 (その1) である。 の第3の倒を示す図(その2)である。

[図12] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成 の第4の例を示す図 (その2) である。

[図13] アド光信号を生成するための光を供給するた めに使用されるレーザパンクの構成及び概念を説明する

[図15] OADM装置におけるドロップ用AOTFの [図14] OADM装置におけるドロップ用AOTFの 別仰方法を説明する図 (その1) である。

[図16] OADM装置におけるドロップ用AOTFの 【図17】OADM装置におけるドロップ用AOTFの 別仰方法を説明する図(その3)である。 財御方法を説明する図 (その2) である。

[図18] OADM装置におけるドロップ用AOTFの 【図19】 OADM装置におけるドロップ用AOTFの 封御方法を脱明する図(その4)である。 倒御方法を説明する図(その6)である。 別御方法を説明する図(その5)である。

【図20】OADM装置におけるドロップ用AOTFの [図22] 図21のAOTFの透過特性を示した図であ [図21] AOTFの構成を示す図である。 **資油方法を説明する図(その7)である。** 

[図23] 図21のAOTFを3段モノリシックに基板 上に構成し、同一周波数のSAWで波長選択した場合の 故長選択特性である。 [図24] AOTFの過度依存性に対する対応技術を説 [図26] 3段構成のAOTFの選択特性の揺らぎと揺 [図27] 3段構成のAOTFの選択特性の揺らぎと揺 [図28] AOTF學動回路の概略構成を示す第1の例 [図25] 共姫器の温度佐存性を示す図である。 らぎ防止対策を説明する図(その1)である。 らぎ防止対策を説明する図(その2)である。 男する図である。

【図30】OADM装置を含むOADMシステムのシス [図2:9] AOTFの駆動回路の概略構成を示す第2の 所を示す図である。 を示す図である。

[図3 1] OADM装置部分の分散補償のための構成を テム設計を説明する図である。

国、ドロップ側に散けられる分散値償手段の構成例を示 【図32】送信部、受信部、及びOADM装置のアド **す図 (その1) である。** 下十図である。

関、ドロップ側に散けられる分散補償手段の構成例を示 [図33] 送信部、受信部、及びOADM装置のTド **す図 (その2) である。** 2

[図34] 分散補償するための構成の変形例を示した図 [図35] 分散補償するための構成の変形例を示した図 (その1) である。

[図36] 分散補償するための構成の変形例を示した図 (その2) である。

|図37| 分散補償するための構成の変形例を示した図 (その3) である。

[図38]分散補償と改形劣化特性について示した図 (その4) である。

(その1) である。

[図39] 分散補償と故形劣化特性について示した図 (その2) である。

[図40] 位相マージンが70%以上である場合の分散 [図41] 2ファイバB L S RのO A DMノードの構成 トレランスを示した図である。

[図42] 2ファイバBLSRのOADM/ードのプロ 【図43】2ファイバBLSRのOADMノードのプロ テクションパスを説明する図 (その1) である。

を示した図である。

[図44] OADM/ードを備えた2ファイバBLSR ネットワークの正常時の構成を説明する図である。 テクションパスを説明する図 (その2) である。

[図45] OADMノードを備えた2ファイバBLSR ネットワークの光ケーブル断線時の構成を説明する図で [図46] 4ファイパBLSRのOADMノードの構成 を示す図である。

:

[図47] OADMノードを備えた4ファイバBLSR [図48] OADMノードを備えた4ファイバBLSR ネットワークの光ケーブル断線時の構成を脱明する図で ネットワークの正常時の構成を説明する図である。

[図49] OADM/一ドを備えた4ファイバBLSR ネットワークのノード障害・光ケーブル断線時の構成を 説明する図である。

[図51] 2ファイバBLSRネットワークに双方向O 【図50】1つのファイバで両方向伝送を行うシステム A DMノードを適用した場合のプロテクションパスを脱 における2ファイバBLSRのノード構成である。

【図52】2ファイパBLSRネットワークに双方向O 明する図 (その1) である。

2

特閒平11-289296

30

[図14]

|| 町方法を説明する図 (4の1) OADM 扱 園に かけきドロップ 用 AOTF CH 1~35 TOA 64- -261

光1+1プロテ

422, 425, 430, 433

(光) 変闘器

8 × 1 カプラ

1, 12

137

置の構成の一例を示した図である。

[符号の説明]

示した図である。

る図である。

明する図 (その2) である。

クションスイッチ

OADM装置 OADM装置

423, 431, 443, 444

(現用) (単一)

424, 432, 451, 452

181, 190, 191, 194, 195, 199, 2

光カプラ 37, 48, 49 130, 202

33, 35, 36, 41, 44, 46, 47, 142,

レーザダイオード

19, 139

8×8カプラ 電気ADM 光アンプ 16, 50, 197

1 8

BD-WDMA

440, 447, 448, 455

2×1カプラ

米アング

470-1-470-4

462~465

再生器

(光) スペクトルモニタ

133, 192

チューナブルフィルタ

分配器

1 3 1

フーデスソク

1×2×イッチ

60~63

ゲートスイッチ

460, 461, 466, 467

30

故長選択フィルタ(AOTF)

(35)

別平11-289296

(31)

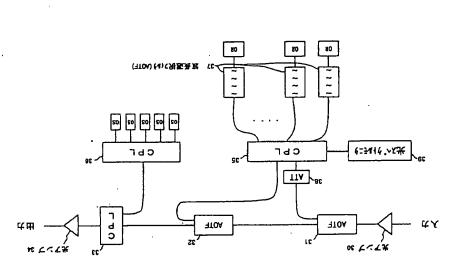
[83]

AOTFを使ったブロードキャスト対応の OADM 狡買の構 成例も示すプロック図

構成する場合の基本的構成例のブロック図 実際のAOTFも使用Lt OADM装置を

[図2]





<del>ડ</del> જ A00(18 4) 数長過K7449□ 49 □ 過代が、 十. 神田和 AOTF 43 □班長週代2/15 (a) 유 8 加灰4.一 十一. 井田田 1 1- Yu DROP信号 ADTF 옥 4 **1** 

ላ 2- አ በ 7. 過代・

OADM2

3

(33)

[図21]

OADM卷置内のAOTF AU 伝送路の 冗長構成を示す原理図

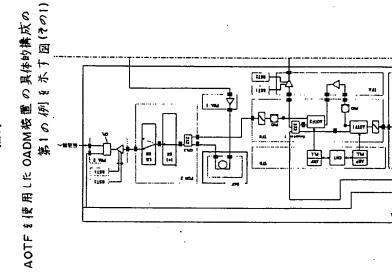
[⊠4]

AOTF

AOTF

現用のAOTF

1X2SW 60



AOTFの構成もホナ図 ₹ah Xaonó FINPO 1 } # WA2

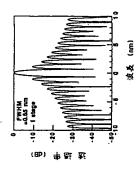
| 選出 ADD/用合资器

(a)

1X25W 63 (P) AOTF 1XZŞW 62

医

B21の AOTFの建造特性を示した図 [図22]



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/ **(4光存置)** 참(-)(

(32)

(36)

特閒平11-289296

第2の例を示す図(その1) AOTFを用WKOADM接置の具体的は構成の

AOTFを使用UKOADM装置の具体的構成の 第1の 例 8 示す図 (102)

[98]

[図7]

(37)

AOTFをAutOADM格置の具体的な構成の

[図8]

Transponder with A conv 84

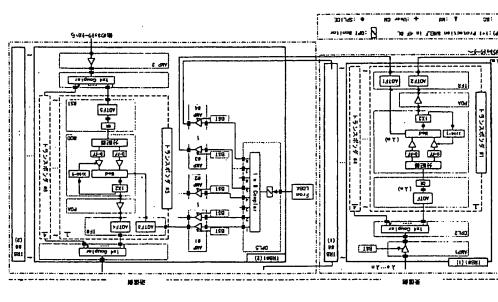
第2の何を示す図 (3の2)

アナ(1) 保護学

110 mg -- (mg

[🖾 1 1]

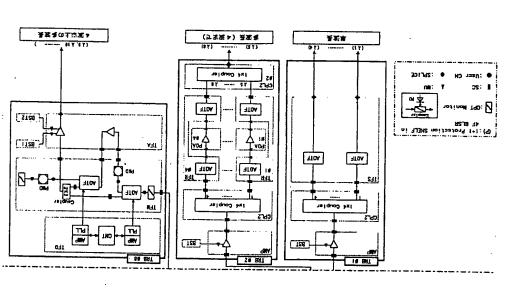
(38)



AOTF を使った OADM 装置の具体 的構成の (401) 第4の例を示す図 Aマ 単独 MYDO 単本 ~(打世別語

(41)





直建速基层值

861 器変合

EE1 632416.VC

υγ

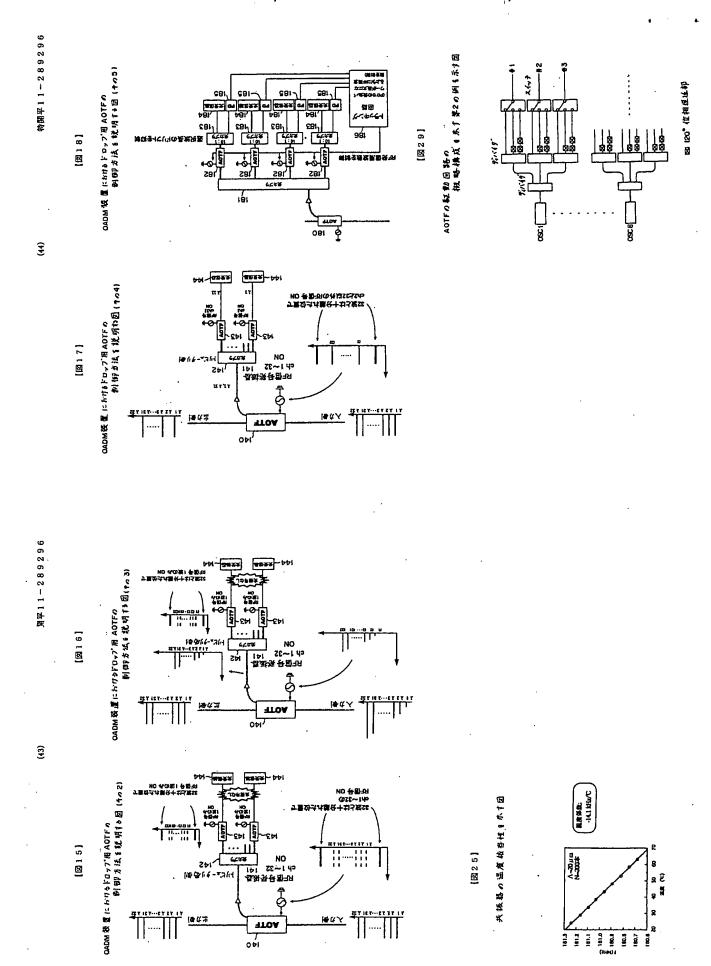
:

138 4. 44-1—4.

BEI 器關度暗代 : .८८७¥ .८८१ 151 器選役

[图13]

使用されるレーザバンクの構成、なな概念を説明する図 アド光信号を生成するための光を供給するために



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

現平11-289296

(42)

[図20]

即野方法全拢明计图 (106)

OADM 袋 置におけるドロップ。用 AOTドの

[図19]

885 L

SOS

FCICE.

AOTFの温度依存性に対する 対応後納ま説明が図

[図24]

(BP) 8

**液長 (nm)** 3

FWHIM-0.65 nm/etage 3 etages AOTF FWHM D.80 nm 事預查 (QB)

族大

4644-16

対回 作用

**分散補償⋅限約省化特性について不以因** 

[图39]

数 (nm) (b)

(102)

位相マージン (%) 10Gb/s, 8-wove, 320km (80km x 4) x ++1 SMF input power -+10dBm/cn (Ave.) DCF(pcst-inline-pre ++1·2·1) 8 8 2 흐 20 30 0 CU THEFISE

インラインアンフ・の DCF (ps/nm/unit)

[図23]

BB 21の AOTF # 3 Q モノリンツに基礎上に辞政し 同一周異数の 3 AWで没表選択した 場合の 波表 選択 特性

152 超回環系

240

OADM被置に5 th b F ロップ用 AOTFの 制御方法を説明する 1 fo 7) コペン・ファンチ 訳れなっせかてくてお(上)は、 60~60) 図れて上さ立な子る

コきはてそそえ n ンパンもユヨーワン [図28] -G)/-HOEW

AOTF配動回路の 机路構成を示す第1の例を不図

(401)

分改補償と汲む劣化特性について示いた図

[図38]

K 技工的

195 4==446>XX

504

図:150.伊姆医宏勒

S + N 1/4

8 9 2 インプインアンフ'o DCF (ps/nm/unit) 등 구 8 20 0

10Gb/s, B-wave, 320km (B0km x 4), g =-1 SMF Input power = +10 dBm/ch (Ave.) DCF(post-inline: pre = 0 · 1 · 1) (%) **7** £ (S)

9

[図34]

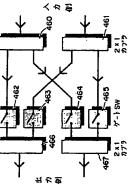
分数補償するの特成の変形倒すれた回

(101)

碧手撒醉遊仇 18 44 7XX

[図55]

尤 1+1 プロテクションスゲッチの構成倒を示した図



(9) (D) 杂类型 訴 斌 仓

(P) (D) 岛毛斯斯森会 ₹**₹** 

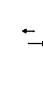
[図32]

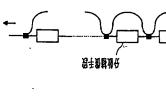
小1回(101)

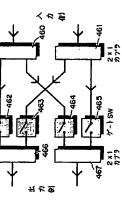
### (20)

## [図35]

分数補償するための構成の変形例を示した図







多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

(•

インラインアンプのDCF (ps/rm/len)

[数44]

OADM/-F\$确文た27-44、BLSRキャ17-7の 光ケ-74 断線時の構成を説明する図

[図45]

19 TIP 1

ONDMY-FC

TEAST 815~15

EAST SEA ~ [1 A

3E Y ~ L1 Y

OADM/-Fa楠えた277/INBLSRキット7-7の 正常時の構成を説明す9日

[図43]

27ヶイv: BLSR の OADM / - ドの 7'ロテク% > ハス お 粒 明 する図 ( 4 の 2)

2プイバBLSRのQDM /-Fの プロテクションバス & 試明 F 2 図 (101)

[図42]

MEST

TSBW 413

(53)

用平11-289296

요작은 NOW 대 qord \bbA.

<sub>1</sub>0++ 4,44 MOM -08

€.C¢\ 80~MDW

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

8平11-289296

(23)

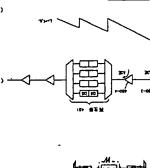
双方向OADM - ドT楠文た 2771ドBLSRネットワーの 尤ケープル 前 株 場 の 講 成 ま 杖 駅 † 8 国

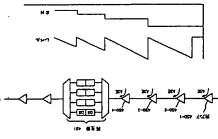
[図54]

光伝送路において.再生面を下のわらい神人てものに関する考えがも説明 16日

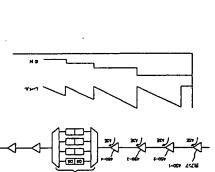
[856]







A 4-1M0A0

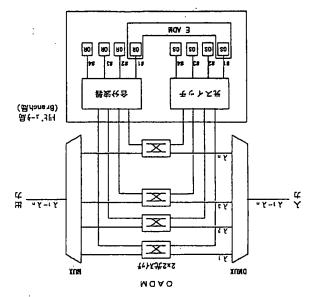


(09)

[图57]

**梅開平11-289296** 

# 光ス4.チも用いた光ADM (OADM)接置の 構成の一例々示した図



フロントページの続き

成別記号 H04J 14/02 (51) Int. Cl.

<u>.</u>

大保 竹町 (72) 発明者

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内 1号 富士通株式会社内 甲斐 雄萬 (72) 発明者

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 近間 輝美 (72) 発明者

(72) 発明者

1号 富士通株式会社内

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内